



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**

**VARIABILIDAD ESPACIAL DE PERFILES DE ÁCIDOS GRASOS  
EN EL LOBO MARINO (*Zalophus californianus*) Y SU UTILIDAD  
PARA DIFERENCIAR HÁBITOS ALIMENTARIOS ENTRE  
COLONIAS REPRODUCTIVAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

**PRESENTA**

**XAVIER ALEXANDER SALAZAR VALENZUELA**

**LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

**ENERO DE 2006**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 16 del mes Enero del año 2006, el (la) que suscribe XAVIER ALEXANDER SALAZAR VALENZUELA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro A040258 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. DAVID AURIOLES GAMBOA y cede los derechos del trabajo titulado:

"VARIABILIDAD ESPACIAL DE PERFILES DE ÁCIDOS GRASOS EN EL LOBO MARINO (*Zalophus californianus*) Y SU UTILIDAD PARA DIFERENCIAR HÁBITOS ALIMENTARIOS ENTRE COLONIAS REPRODUCTIVAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: xasv33@yahoo.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

XAVIER ALEXANDER SALAZAR VALENZUELA

nombre y firma



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**ACTA DE REVISION DE TESIS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 13:00 horas del día 16 del mes de Enero del 2006 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"VARIABILIDAD ESPACIAL DE PERFILES DE ÁCIDOS GRASOS EN EL LOBO MARINO  
 (*Zalophus californianus*) Y SU UTILIDAD PARA DIFERENCIAR HÁBITOS ALIMENTARIOS  
 ENTRE COLONIAS REPRODUCTIVAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA"

Presentada por el alumno:

**SALAZAR**  
Apellido paterno

**VALENZUELA**  
materno

**XAVIER ALEXANDER**  
nombre(s)

Con registro: 

A	0	4	0	2	5	8
---	---	---	---	---	---	---

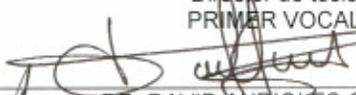
Aspirante al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Director de tesis  
PRIMER VOCAL

  
DR. DAVID ANRÍOLES GAMBOA

PRESIDENTE

  
DR. SERGIO AGUÍNIGA GARCÍA

SECRETARIO

  
MC. MARCIAL TRINIDAD VILLALEJO FUERTE

SEGUNDO VOCAL

  
DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL

  
DRA. MARIA ISABEL CASTRO GONZÁLEZ  
Co-Directora

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



**I. P. N.**  
**CICIMAR**

*A mi esposa Sandie, por ser siempre amiga y compañera  
A mi bebé, por la felicidad de saber que vienes en camino  
A mi madre Ruth, por enseñarme el significado de las palabras valentía y fe*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México por la beca otorgada para que yo pueda realizar este trabajo de investigación.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por todas las facilidades brindadas para el desarrollo de mis estudios.

A la Dra. María Isabel Castro y Dra. Sara Montaña, del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, por toda su ayuda con los análisis de laboratorio de las muestras de grasa y plasma.

A todos los profesores, compañeros y trabajadores del CICIMAR que compartieron conmigo estos dos años de estadía en México.

Al Dr. David Auriolos por darme la oportunidad de trabajar junto a él en este proyecto y por su acertada dirección.

Al Comité Revisor de este trabajo integrado por la Dra. María Isabel Castro, Dr. Sergio Aguñiga, Dr. José de la Cruz y MC. Marcial Villalejo, por sus valiosas sugerencias y correcciones al presente documento que sirvieron para mejorar el contenido del mismo.

Al MC. Sergio Martínez por su ayuda con los análisis estadísticos.

A todos los amigos del laboratorio, especialmente a Larisa, Diana, Milena y Sandie por su ayuda con los detalles de la tesis y por todo el tiempo compartido.

A los amigos de fuera del laboratorio Tere, Lorenzo, Diego, Gastón, Manuel, Gladis, Paula, Claudia, Carlos, Isabel, Farid y Katia por todos los buenos momentos compartidos.

A mi esposa Sandie por estar siempre a mi lado en todo momento, apoyándome en las buenas y en las malas. Gracias por tu ayuda porque sin ti esto nunca hubiera podido ser finalizado.

A mis padres Mario y Ruth por estar siempre pendientes de mí a la distancia, dándome fuerzas para seguir adelante. Gracias por su apoyo constante y por no rendirse nunca ante las adversidades de la vida.

A mis hermanos Mari, David y Diana por escribirme siempre palabras de aliento y por esa gran unión que mantuvimos especialmente en los momentos difíciles.

A Elsitita, Francis y Néstor porque siempre me han hecho sentir un miembro más de la familia.

Gracias a Dios y a la vida por la felicidad de saber que pronto voy a ser padre y por la recuperación de la salud de mi madre.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE FIGURAS</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>10</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS.....	20
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	21
2.2 TRABAJO DE CAMPO .....	21
2.3 TRABAJO DE LABORATORIO .....	24
2.4 ANÁLISIS DE DATOS .....	25
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
3.1 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN GRASA .....	26
3.2 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN PLASMA .....	34
3.3 DIFERENCIAS EN LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS ENTRE GRASA Y PLASMA .....	45
3.3.1 Ácidos grasos totales.....	47
3.3.2 Ácidos grasos de origen alimentario .....	47
3.3.3 Ácidos grasos de origen metabólico .....	48
<b>4. DISCUSIÓN</b> .....	<b>50</b>
4.1 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN GRASA .....	50
4.1.1 Patrón espacial .....	50
4.1.2 Relación entre los ácidos grasos y la alimentación.....	57
4.1.3 Conducta y estrategias alimenticias en pinnípedos .....	61
4.2 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN PLASMA .....	65
4.2.1 Patrón espacial .....	65
4.2.2 Relación entre los ácidos grasos y la alimentación.....	67
4.3 CONSIDERACIONES FINALES .....	69
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>70</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>71</b>
<b>7. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>72</b>
<b>8. APÉNDICES</b> .....	<b>86</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de las siete colonias reproductivas del lobo marino muestreadas en el Golfo de California durante el año 2000.....	21
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa de las crías para cada una de las siete colonias.....	26
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa de las crías para las siete colonias en conjunto.....	27
<b>Figura 4.</b> Análisis de grupos de las siete colonias con los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa.....	28
<b>Figura 5.</b> Análisis de componentes principales de las siete colonias utilizando los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa.....	29
<b>Figura 6.</b> Análisis de componentes principales de las siete colonias mostrando los ácidos grasos (vectores) que determinan la ordenación espacial en la grasa.....	30
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Los Islotes (LIS).....	34
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de San Pedro Mártir (SPM)..	34
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de San Esteban (EST).....	35
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de El Partido (PAR).....	35
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Los Machos (MAC).....	36
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Granito (GRA).....	36
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Cantiles (CAN).....	37
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para las siete colonias en conjunto.....	38
<b>Figura 15.</b> Análisis de grupos de las siete colonias con los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma.....	39
<b>Figura 16.</b> Análisis de componentes principales de las siete colonias utilizando los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma.....	40
<b>Figura 17.</b> Análisis de componentes principales de las siete colonias mostrando los ácidos grasos (vectores) que determinan la ordenación espacial en el plasma..	41
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias.....	44
<b>Figura 19.</b> Porcentaje de ácidos grasos de origen alimentario significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias.....	45
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de ácidos grasos de origen metabólico significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Presas del lobo marino en ocho diferentes colonias reproductivas del Golfo de California.....	13
<b>Tabla 2.</b> Ácidos grasos identificados en la grasa subcutánea de las crías de lobo marino de California en las siete colonias.....	25
<b>Tabla 3.</b> ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis de los 35 ácidos grasos identificados en la grasa.....	31
<b>Tabla 4.</b> Ácidos grasos identificados en el plasma de las crías de lobo marino de California en las siete colonias.....	33
<b>Tabla 5.</b> ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis de los 36 ácidos grasos identificados en el plasma.....	42
<b>Tabla 6.</b> ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis para determinar diferencias en la concentración de ácidos grasos entre grasa y plasma en las siete colonias....	46

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Ácido graso:** molécula orgánica formada por una cadena hidrocarbonada en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.

**Ácidos grasos esenciales:** ácidos grasos como el linoleico, linolénico y araquidónico, que no pueden ser producidos por los mamíferos, pero desempeñan una función importante en el organismo, por lo que deben ser incorporados con la dieta.

**Ácido graso monoinsaturado:** ácido carboxílico de cadena larga con un doble enlace entre los átomos de carbono.

**Ácido graso poliinsaturado:** ácido carboxílico de cadena larga con varios (más de uno) dobles enlaces entre los átomos de carbono.

**Ácido graso saturado:** ácido carboxílico de cadena larga sin dobles enlaces entre los átomos de carbono.

**Áreas discretas:** áreas que poseen características geográficas independientes, claramente separadas de otras.

**Batimetría:** la medición de la profundidad de un océano o lago y el estudio de la topografía del suelo.

**Biosíntesis:** la producción de compuestos orgánicos por parte de organismos vivientes.

**Centro de actividad biológica (CAB):** región relativamente pequeña en los océanos cuya característica más relevante es la alta productividad biológica que contrasta con las de masas de agua adyacentes, y que trasciende dentro y hacia otros ecosistemas. Esto motiva la existencia de importantes concentraciones de biomasa de organismos, muchos de ellos de importancia comercial. Más aún, estas concentraciones de biomasa generalmente se propagan a ecosistemas aledaños, generando con ello regiones marinas ricas en recursos pesqueros.

**Control homeorético:** cambios coordinados en el metabolismo de los tejidos del cuerpo para mantener el estado fisiológico.

**Cromatografía de gases:** técnica de separación que involucra el paso de una fase móvil gaseosa a través de una columna que contiene una fase adsorbente fija y es utilizada principalmente como una técnica analítica cuantitativa y cualitativa para separación de compuestos.

**Estándares:** conjunto de ácidos grasos utilizados para establecer una unidad para la medición de una cantidad física.

**Ésteres metílicos:** productos de la reacción de un ácido carboxílico y un alcohol con la eliminación de agua.

**Filopatría:** exhibir una tendencia a permanecer en la localidad nativa; término utilizado en especies o grupos que muestran poca capacidad para dispersarse y en individuos que tienden a permanecer en, o retornar a, sus áreas de vida.

**Fosfolípidos:** clase de ésteres de ácido fosfórico que contiene una o dos moléculas de ácido graso, un alcohol y una base nitrogenada.

**Frente:** zona de delimitación entre dos masas de aire o agua que difieren en propiedades como densidad, presión, temperatura o salinidad.

**Hemólisis:** la lisis o destrucción de eritrocitos con la liberación de hemoglobina.

**Hidrólisis:** descomposición o alteración de una sustancia química por el agua.

**Isoflurano:** agente anestésico inhalatorio que corresponde químicamente a un isómero del enflurano. Es un líquido incoloro, con olor semejante al éter, muy potente, no irritante y de rápido efecto.

**Isótopo:** átomo de un mismo elemento con igual número de protones ( $Z^+$ ) y electrones ( $e^-$ ) pero diferente número de neutrones (N). Un isótopo estable es un isótopo que no demuestra ninguna tendencia a experimentar la descomposición radiactiva o espontánea.

**Lípido:** una clase de componentes que contienen hidrocarburos alifáticos de cadena larga y sus derivados como ácidos grasos, alcoholes, aminos, amino alcoholes y aldehídos, incluyendo ceras, grasas y compuestos derivados.

**Lipoproteína lipasa:** enzima que es la principal responsable de la absorción y deposición de los ácidos grasos circulantes por parte de los tejidos.

**Metabolismo:** la totalidad de los procesos bioquímicos sintéticos y degradativos de los organismos vivientes.

**Metilación:** proceso químico para introducir un grupo metilo ( $CH_3$ ) en un compuesto orgánico.

**Nivel trófico:** cualquiera de los niveles de alimentación a través de los cuales procede el paso de energía a través de un ecosistema.

**Otolito:** estructura compuesta de cristales de carbonato de calcio en forma de aragonita y de una matriz orgánica constituida por una proteína llamada otolina, y que forma parte del oído interno de los peces.

**Oxidación:** una reacción química que incrementa el contenido de oxígeno de un compuesto.

**Perfil de ácidos grasos:** distribución cuantitativa de todos los ácidos grasos medidos en una muestra de una presa o un depredador.

**Pigmentos:** moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. El color de un pigmento depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras. Por ejemplo, la clorofila, el pigmento de las plantas, convierte la energía luminosa en energía química mediante la fotosíntesis y refleja luz en la parte del verde y en la parte del amarillo del espectro. De esta manera, la clorofila parece verde.

**Plasma:** la porción fluida de la sangre o linfa.

**Productividad primaria:** tasa potencial de incorporación o generación de energía o materia orgánica por un individuo, población o unidad trófica por unidad de tiempo por unidad de área o volumen; tasa de fijación de carbono. Término a menudo utilizado también para referirse a la fertilidad orgánica o capacidad de un área o hábitat determinado.

**Provincia biogeoquímica:** área compuesta de un grupo de elementos biogeoquímicos cuyas características se encuentran en obvio contraste con regiones adyacentes.

**Quilomicrones:** lipoproteínas que transportan los triglicéridos a través del cuerpo.

**Regionalización:** implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado.

**Región biogeográfica:** cualquier área geográfica caracterizada por flora y/o fauna distintiva.

**Saponificación:** proceso mediante el cual los triglicéridos reaccionan con una base para separar los ácidos grasos del glicerol.

**Serología:** rama de la ciencia que trata con las propiedades y reacciones del suero de la sangre.

**Stock:** una población o grupo de individuos de una especie dentro de un área específica.

**Suero:** la porción líquida que permanece cuando la sangre se coagula espontáneamente y los elementos coagulados formados son removidos por centrifugación; difiere del plasma por la ausencia de fibrinógeno.

**Surgencia:** movimiento de agua fría rica en nutrientes hacia la superficie desde las profundidades del océano.

**Tejido adiposo:** un tipo de tejido conectivo especializado para almacenamiento de lípidos.

**Triglicéridos:** triésteres de glicerol con ácidos grasos que son componentes principales de grasas y aceites de grasa.

## RESUMEN

Análisis de excretas y de isótopos estables de nitrógeno y carbono han concluido que la dieta del lobo marino de California *Zalophus californianus* en el Golfo de California varía significativamente entre colonias, formando un patrón espacial de hábitos alimentarios a una escala regional. En este estudio utilizamos perfiles de ácidos grasos para probar si este método puede ser útil para definir patrones espaciales de hábitos alimentarios y si estos son consistentes con resultados previos obtenidos con otros métodos. Utilizamos 10 muestras de plasma y grasa subcutánea de crías de lobo marino de cada una de 7 colonias reproductivas muestreadas en el año 2000. Las muestras fueron analizadas por cromatografía de gases y se obtuvieron perfiles de ácidos grasos para cada colonia. Se aplicaron análisis de componentes principales y de grupos a los perfiles de ácidos grasos de plasma y grasa para identificar patrones espaciales. Tanto en grasa como en plasma se encontraron concentraciones de ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias, incluidos ácidos grasos de origen alimentario. De 35 ácidos grasos comparados entre grasa y plasma, la gran mayoría presentan diferencias significativas en su concentración entre ambos tejidos (prueba de Kruskal-Wallis). Los perfiles de ácidos grasos en plasma no presentaron un patrón espacial claro, pero los ácidos grasos de la grasa formaron cinco grupos de colonias con un patrón espacial coherente: 1) Los Islotes, en el sur del Golfo de California, 2) San Pedro Mártir y San Esteban, centro-sur, 3) El Partido, centro-oeste, 4) Granito y Cantiles, centro-norte, y 5) Los Machos, en el Golfo occidental. Este arreglo espacial fue consistente con patrones previos basados en análisis de excretas e isótopos. Los resultados de este estudio apoyan la hipótesis de una partición de recursos dentro de las colonias del lobo marino en el Golfo de California y prueban que el análisis de ácidos grasos es una buena herramienta para definir patrones espaciales de alimentación.

## ABSTRACT

Scat and nitrogen and carbon isotopic analysis indicate that diet of California sea lion *Zalophus californianus* in the Gulf of California, vary significantly between locations but form a spatial pattern of feeding habits at the regional scale. In this study we utilized the fatty acids (FA) profiles to test if this method would be useful to define spatial patterns of feeding habits and whether these patterns are consistent to those previously obtained with other methods. We used 10 samples from plasma and subcutaneous fat (blubber) from sea lion pups from each one of 7 rookeries sampled in 2000. The samples were analyzed by gas chromatography and FA profiles were obtained for each location. Cluster and principal components analysis were applied to plasma and blubber FA profiles to identify spatial patterns. Significant differences in the concentrations of fatty acids between the 7 rookeries were found in plasma and blubber, including fatty acids from dietary origin. The majority of the 35 FA compared between plasma and blubber showed significant differences in its concentrations between these two tissues (Kruskal Wallis test,  $p < 0.05$ ). The FA profiles in plasma do not provided a clear spatial pattern, but FA in blubber formed five groups of sea lion rookeries with a coherent spatial pattern: 1) Los Islotes, in the south Gulf of California; 2) San Pedro Mártir and San Esteban, center-south; 3) El Partido, center-west; 4) Granito and Cantiles, center-north, and 5) Los Machos, in the west Gulf. This spatial array was very consistent to previous patterns based on scats and isotopic analyses. The results in this study support the hypothesis of resource partitioning in the rookeries of the sea lion in the Gulf of California indicating that FA analysis is a good tool to define spatial feeding patterns.

## 1. INTRODUCCIÓN

El lobo marino de California, *Zalophus californianus*, pertenece a la familia Otariidae y presenta un área de distribución que se extiende hacia el norte desde Columbia Británica (Canadá) y hacia el sur hasta las Islas Marías (México), incluyendo el Golfo de California (Aurioles y Zavala 1994).

Las principales áreas de reproducción del lobo marino de California incluyen las Islas Canal en el sur de California y las islas mexicanas en la costa del Pacífico de Baja California y en el Golfo de California (Figura 1). En raras ocasiones se observan nacimientos tan al norte como en las Islas Farallón en California central, pero después del periodo reproductivo se pueden observar comúnmente machos hasta la Isla Vancouver en Canadá y Prince William Sound, Alaska, mientras que al sur se pueden dispersar hasta Chiapas, México e isla Cocos en Costa Rica (Acevedo 1994, Maniscalco et al. 2005). Las hembras y juveniles pueden dispersarse lejos de sus sitios de reproducción para buscar alimento, pero aparentemente su capacidad de migración es menor que la de los machos (Heath 2002) y en el caso de las hembras tienden a ser más filopátricas (Hernández 2001).

La distribución de *Zalophus californianus* en México se extiende desde las islas Coronados (Baja California) hasta la parte sur de la Península de Baja California (Cabo San Lucas, Baja California Sur), así como dentro del Golfo de California, siendo en esta región la única especie de pinnípedo residente. El lobo marino habita preferentemente en islas e islotes dentro de su área de distribución, aunque hay algunas colonias permanentes en sitios aislados y de difícil acceso sobre las costas (Le Boeuf et al. 1983, Aurioles y Zavala 1994). Los lobos marinos de California, Galápagos y Japón son especies cercanamente relacionadas que juntas conforman el género *Zalophus*. Estas ocupan (u ocuparon, en el caso del presuntamente extinto lobo marino japonés) regiones del Pacífico ampliamente separadas, incluyendo la región templada occidental, el Pacífico Nororiental y el archipiélago tropical de Galápagos (Heath 2002).

Los lobos marinos de California, Galápagos y Japón son actualmente considerados como especies distintas: *Zalophus californianus*, *Zalophus wolfebaeki* y *Zalophus japonicus*, respectivamente.

Antiguamente las tres fueron consideradas como subespecies aisladas geográficamente (*Z. californianus californianus*, *Z. c. wolfebaeki* y *Z. c. japonicus*) pero recientes investigaciones han evidenciado diferencias morfológicas, genéticas y de comportamiento entre las tres especies lo que llevó a su reclasificación (Rice 1998, Schramm et al. 2001, Heath 2002).

En un estudio reciente basado en morfología y morfometría de cráneos, Brunner (2004) apoya la conclusión que *Zalophus japonicus* debe ser considerada una especie distinta de *Z. californianus* y *Z. wolfebaeki*. Además propone que *Z. californianus* y *Z. wolfebaeki* sean clasificadas como subespecies de *Z. californianus* y sean nombradas *Z. californianus californianus* y *Z. californianus wolfebaeki*.

Sin embargo, en otro estudio realizado por Schramm y colaboradores en 2001, basado en análisis genéticos de muestras de piel, se concluye que existe una separación entre *Z. californianus* y *Z. wolfebaeki* a nivel de especie. Además se indica la existencia de una estructura poblacional dentro de *Z. californianus*, con un alto grado de aislamiento y un número más alto de linajes antiguos en la parte superior del Golfo de California (Rice 1998, Schramm et al. 2001).

Le Boeuf et al. (1983) mencionan que las áreas de reproducción del lobo marino de California se encuentran en las islas ubicadas en el sur de California, en el oeste de Baja California y en el Golfo de California (Figura 1). Estas tres regiones geográficas son utilizadas por Lowry et al. (1992) para separar esta especie en tres stocks: 1) el stock de Estados Unidos empieza en la frontera entre México y Estados Unidos y se extiende al norte hasta Canadá; 2) el stock del oeste de Baja California se extiende desde la frontera entre Estados Unidos y México hasta la punta sur de la Península de Baja California; y 3) el stock del Golfo de California que incluye el Golfo de California, desde la punta sur de la Península de Baja California y a través de la parte continental hasta el sur de México.

Se han registrado movimientos de individuos entre estos stocks geográficos, aunque las colonias en los Estados Unidos se encuentran ampliamente separadas de las principales colonias del oeste de Baja California, México. Sin embargo, los machos de las colonias del oeste de Baja California pueden pasar la mayor parte del año en Estados Unidos (Carretta et al. 2005). Además se han encontrado diferencias genéticas entre los stocks de Estados Unidos y del Golfo de California (Maldonado et al. 1995).

El tamaño poblacional estimado del lobo marino de California para el stock de Estados Unidos se encuentra entre 237 mil a 244 mil individuos (Carretta et al. 2005). Para el stock del Golfo de California, Auriolles y Zavala (1994) estimaron que existían aproximadamente 23 mil individuos, 82% de los cuales habitan la región más al norte del Golfo sobre la latitud 28°.

La población del Pacífico presenta grupos reproductivos desde la isla Solander (49°57') hasta Cabo San Lucas, Baja California Sur. La población del Golfo de California se distribuye desde las rocas Consag (31°03'N, 114°28'W) al norte, hasta Los Islotes (24°33'N, 110°26'W) al sur (Rice 1998). También se han encontrado diferencias en el ADN mitocondrial que indican que las poblaciones del lobo marino de California del Pacífico y del Golfo de California han estado aisladas genéticamente por mucho tiempo (Maldonado et al. 1995). Además se han encontrado diferencias craneales que arrojan tres grupos: Alto Golfo, Golfo Sur y Costa del Pacífico de Baja California (Zavaleta 2003). Sin embargo, los machos subadultos parecen migrar entre colonias del sur del Golfo de California y aquellas de la costa del Pacífico mexicano (Auriolles et al. 1983). Actualmente se desconoce el grado de intercambio entre las poblaciones de lobos marinos de Estados Unidos y México (Heath 2002).

Schramm (2002) encuentra diferencias genéticas entre lobos marinos de diferentes colonias reproductivas en el Golfo de California, reportando la formación de tres grupos bien definidos: 1) Los Islotes en el Golfo sur, 2) San Esteban, Cantiles, Granito e Isla Lobos, en el Golfo centro y 3) San Jorge en el Golfo Norte.

En el Golfo de California, Zavala (1990) propone la existencia de hasta 40 sitios divididos en: 13 colonias reproductivas, 18 no reproductivas y 9 paraderos, en los que la presencia de individuos es ocasional, pero constante.

La población de lobos marinos del Golfo de California ha sido una de las más estudiadas debido a su amplia distribución (García 1999), la cual parece estar relacionada con la distribución y abundancia de los cardúmenes de peces pelágicos que componen la dieta de esta especie (Aurioles y Zavala 1994). Entre las especies que forman parte de la dieta del lobo marino podemos mencionar a la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*), sardinas crinudas (*Opisthonema libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*), merluzas (*Merluccius angustimanus*, *Merluccius productus*), anchovetas (*Cetengraulis mysticetus*, *Engraulis mordax*), macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*), anguilas (*Aulopus* y *Neobythites*) y cefalópodos como el calamar (*Loligo opalescens*) (Aurioles et al. 1984, Aurioles y Zavala 1994, García 1999).

Un aspecto que cabe resaltar es que diferentes estudios indican que es un reducido número de especies las que representan la mayor importancia relativa dentro de su dieta, contrastando con el hecho de que su alimento puede estar constituido por un gran número de especies (Aurioles et al. 1984, García 1999).

Diversas investigaciones sugieren que el lobo marino de California consume una gran variedad de presas y que existen diferencias en la dieta entre las diferentes colonias reproductivas del Golfo de California (Aurioles et al. 1984, Orta 1988, Sánchez 1992, García 1995, García 1999, Bautista 2000, García y Aurioles 2004) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Presas del lobo marino en ocho diferentes colonias reproductivas del Golfo de California.

<b>SITIO</b>	<b>AUTORES</b>	<b>PRESAS</b>
Los Islotes	Aurioles <i>et al.</i> 1984 García 1995	<i>Aulopus bajacali</i> <i>Pronotogrammus eos</i> <i>Pronotogrammus multifasciatus</i> <i>Hemanthias</i> sp.
Los Cantiles e Isla Granito	Sánchez 1992 Bautista 2000 García y Aurioles 2004	<i>Diaphus</i> sp. <i>Engraulis mordax</i> <i>Trichiurus lepturus</i> <i>Caelorinchus scaphopsis</i> <i>Merluccius productus</i> <i>Porichthys</i> spp. <i>Sardinops caeruleus</i> <i>Lepophidium</i> spp. <i>Lolliguncula diomedea</i> <i>Citharichthys</i> sp.
Isla Rasito	Orta 1988 García y Aurioles 2004	<i>Sardinops caeruleus</i> <i>Scomber japonicus</i> <i>Haemulopsis</i> sp. <i>Sebastes</i> spp. <i>Merluccius</i> spp. <i>Porichthys</i> spp. <i>Pontinus</i> spp. <i>Octopus</i> sp. <i>Trachurus symmetricus</i> <i>Caelorinchus scaphopsis</i>
San Pedro Mártir	García y Aurioles 2004	<i>Engraulis mordax</i> <i>Porichthys</i> spp. <i>Prionotus stephanophrys</i> <i>Sebastes macdonaldi</i> <i>Haemulopsis leuciscus</i>
San Esteban	García y Aurioles 2004	<i>Trichiurus lepturus</i> <i>Sardinops caeruleus</i> <i>Sebastes macdonaldi</i>
Los Machos	García y Aurioles 2004	<i>Sardinops caeruleus</i> <i>Scomber japonicus</i> <i>Merluccius</i> spp. <i>Trichiurus lepturus</i> <i>Sebastes macdonaldi</i>
Isla Lobos	García y Aurioles 2004	<i>Cetengraulis mysticetus</i> <i>Trichiurus lepturus</i> <i>Porichthys</i> spp. <i>Lolliguncula diomedea</i> <i>Peprilus snyderi</i>

Entre 1995 y 1996, García y Aurióles (2004) encontraron diferencias temporales y espaciales en la dieta del lobo marino en siete colonias del Golfo de California: San Pedro Mártir, San Esteban, El Rasito, Los Machos, Los Cantiles, Isla Granito e Isla Lobos. Este estudio utilizó las excretas del lobo marino para determinar cuales eran sus presas más importantes en cada colonia.

Los pinnípedos, al ser depredadores principales de los ecosistemas marinos, pueden tener efectos significativos sobre las poblaciones presa o pueden ser afectados por la abundancia y distribución de las mismas. La importancia de los estudios de dieta en pinnípedos radica en que pueden servir como un indicador de la abundancia relativa y distribución de las especies presa. También ha existido interés en conocer la variación de la abundancia y calidad de las presas, y sus efectos en la dinámica de las poblaciones de pinnípedos (Kirsch et al. 2000). La inclusión de especies comerciales dentro de la dieta del lobo marino incrementa el interés del conocimiento de sus hábitos alimentarios porque permite establecer políticas de manejo dentro de la industria de las pesquerías (García 1999). Además, los patrones de comportamiento que determinan la distribución de un depredador principal pueden reflejar la estructura trófica y física de un ecosistema marino (Robson et al. 2004).

Para conocer los efectos depredadores de los pinnípedos dentro de la cadena trófica es necesario poseer métodos confiables para investigar la composición de su dieta (Tollit et al. 1997). El análisis de muestras fecales o excretas ha sido uno de los métodos más utilizados dentro del estudio de los hábitos alimentarios en pinnípedos, donde se identifica la presencia de otolitos sagitales de los peces. Los otolitos a menudo pueden ser identificados hasta determinar la especie de pez del cual provienen, sin embargo, debido a que son estructuras compuestas de carbonato de calcio (aragonita), están expuestos a ser disueltos en los ácidos estomacales de los pinnípedos y consecuentemente pueden presentar importantes sesgos en la determinación de la frecuencia e importancia relativa de las especies que constituyen su dieta (Dellinger y Trillmich 1988, Orr y Harvey 2001).

Algunos estudios han demostrado como los otolitos pueden reducirse en longitud mientras se desplazan a través del tracto intestinal (García-Maldonado 1997). Otros estudios han demostrado que la recolección de otolitos en las heces puede ser muy baja, que la probabilidad de que estos sean digeridos depende de la especie de pez pero también parece ser efecto del azar para los otolitos de una especie dada, y que los otolitos de diferentes especies de peces pueden no aparecer en las muestras fecales en las mismas proporciones en las que fueron consumidos (Dellinger y Trillmich 1988).

Las limitaciones de estos métodos tradicionales han llevado al desarrollo de otras aproximaciones modernas para conocer la dieta de pinnípedos, entre los cuales se pueden mencionar serología, isótopos estables de carbono y nitrógeno, y perfiles de ácidos grasos (Kirsch et al. 2000, Hirons et al. 2001).

Recientemente el estudio de ácidos grasos del tejido adiposo ha sido una nueva aplicación para investigar la ecología alimenticia en mamíferos (Smith et al. 1997, Grahl-Nielsen et al. 2000, Kirsch et al. 2000, Iverson et al. 2001, Iverson et al. 2004). El estudio de los ácidos grasos es importante debido a que puede proveer información sobre la forma en que los individuos obtienen sus requerimientos de energía. Otra de las ventajas de este método es que brinda información de los componentes alimentarios de la dieta de un individuo integrados en períodos de tiempo más largos. El origen ecológico de los ácidos grasos puede ser rastreado, a veces incluso hasta taxas específicas, debido a restricciones en su biosíntesis (Iverson et al. 2001).

Los ácidos grasos son los constituyentes principales de muchos lípidos y puesto que un número relativamente limitado de ácidos grasos son capaces de ser biosintetizados por los animales, es posible distinguir los ácidos grasos que provienen de la dieta y aquellos que no. Durante la alimentación, aquellos ácidos grasos que poseen una longitud de 14 carbonos (o mayor) pueden ser depositados en el tejido animal directamente a medida que son consumidos (Kirsch et al. 2000, Iverson et al. 2004).

En mamíferos monogástricos, los lípidos ingeridos (principalmente triglicéridos) son hidrolizados en el estómago e intestino delgado y convertidos en ácidos grasos y glicéridos. Estos productos son transportados a través del intestino grueso y re-esterificados hacia dentro de los quilomicrones circulantes para su transporte y absorción directa por parte de los tejidos. Por otra parte, muchos ácidos grasos permanecen intactos a través de la digestión y aquellos encontrados en los tejidos pueden reflejar la ingestión de la dieta original (Iverson et al. 2001, Iverson et al. 2004).

La alimentación de los pinnípedos se caracteriza por una fase dependiente de su madre durante la cual las hembras transfieren energía a sus crías a través de la leche. La composición de la leche y su ingesta total determinarán la cantidad de energía involucrada en este proceso (Ofteidal et al. 1993, Grahl-Nielsen et al. 2000).

Los ácidos grasos que componen la leche y grasa de los pinnípedos han sido utilizados como indicadores de variaciones en su dieta. El sitio principal de almacenamiento y liberación de ácidos grasos es la capa superficial del tejido adiposo. La masa y profundidad de este tejido varían dependiendo de períodos de ayuno o alimentación y es por esta razón que es el tejido más fuertemente influenciado por la dieta (Kirsch et al. 2000).

Los ácidos grasos que forman parte de la leche de los mamíferos carnívoros provienen de la absorción directa de los ácidos grasos circulantes, los cuales se encuentran disponibles de tres formas potenciales: 1) directamente de los ácidos grasos que componen la dieta, 2) como producto de biosíntesis principalmente en el hígado, y 3) por movilización de los ácidos grasos almacenados en el tejido adiposo (estos a su vez producto de la dieta o de la biosíntesis hepática). Debido al control homeorético de la lactación, las glándulas mamarias generalmente reciben la primera prioridad para los nutrientes en general y para los lípidos en particular, a través de varias actividades de la lipoproteína lipasa en los tejidos. Esta enzima es la principal responsable para la absorción y depósito de los ácidos grasos circulantes por parte de los tejidos (Iverson et al. 2001).

En las hembras de carnívoros que se encuentran en período de lactación y ayuno, las glándulas mamarias reciben los ácidos grasos previamente depositados en el tejido adiposo, los cuales se encuentran influenciados por la dieta consumida antes del proceso de parto. Cuando la hembra se alimenta, los ácidos grasos obtenidos de la dieta son movilizados hacia las glándulas mamarias. En caso de que la ingestión de grasa durante la alimentación sea insuficiente para cubrir las demandas de secreción de grasa a través de la leche, entonces ambas fuentes de ácidos grasos son utilizadas (Iverson et al. 2001).

Los ácidos grasos pueden ser almacenados en varios tejidos del cuerpo pero el sitio principal de almacenamiento de grasa en muchos vertebrados es el tejido adiposo. Este tejido está compuesto de numerosas células especializadas llamadas adipositos, que son capaces de almacenar grandes cantidades de triacilgliceroles y ácidos grasos. Los adipositos alternativamente movilizan o almacenan triacilgliceroles, dependiendo del balance de energía, convirtiéndolo en un tejido muy dinámico y por esta razón será el tejido más directamente influenciado por la ingestión de grasa de la dieta y el tejido que deberá ser muestreado para realizar una investigación de ácidos grasos (Iverson et al. 2004).

Algunas investigaciones en el lobo marino de California (*Z. californianus*), foca encapuchada (*Cystophora cristata*), lobo fino de Antártica (*Arctocephalus gazella*) y foca de puerto (*Phoca vitulina*) han determinado que la transferencia de lípidos en estas especies, sea de la presa a la grasa, de la presa a la leche o de la grasa a la leche, ocurre con modificaciones mínimas en la composición de ácidos grasos (Iverson 1993, Iverson et al. 1995, Iverson et al. 1997, Smith et al. 1997).

De igual manera, en otro estudio se realizó una comparación entre la composición de ácidos grasos de la leche y la grasa de las crías de *C. cristata*, donde se encontró que los ácidos grasos de la leche fueron transferidos sin alteración hacia las crías (Iverson et al. 1995).

En este estudio se utilizaron los perfiles de ácidos grasos de grasa y plasma de las crías de *Z. californianus* para determinar la existencia de patrones espaciales entre las colonias reproductivas,

lo cual nos permitirá apoyar o rebatir la hipótesis de una partición de recursos dentro del Golfo de California.

Considerando el análisis de ácidos grasos como una herramienta para conocer la variabilidad espacial en las colonias del lobo marino de California, en este estudio esperaríamos encontrar diferencias en los perfiles de ácidos grasos entre las diferentes colonias dentro del Golfo de California.

## **1.1 Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar, mediante los perfiles de ácidos grasos, la variabilidad espacial en las colonias reproductivas del lobo marino *Zalophus californianus* en el Golfo de California.

### **Objetivos particulares**

- Determinar los perfiles de ácidos grasos de esta especie en grasa y plasma en siete colonias reproductivas del Golfo de California.
- Comparar los perfiles de ácidos grasos de grasa y plasma entre las diferentes colonias reproductivas.
- Identificar patrones espaciales entre las colonias reproductivas y comparar estos resultados con estudios previos de excretas e isótopos estables de carbono y nitrógeno.
- Establecer la utilidad del análisis de ácidos grasos como herramienta para describir la variabilidad espacial entre las colonias reproductivas del lobo marino en el Golfo de California.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudio**

El Golfo de California está ubicado en el noroccidente de México, entre las coordenadas 31°53' - 20°27' de latitud norte y 114°54' - 105°38' de longitud oeste (Porras 2004).

El Golfo de California es un mar semicerrado que tiene aproximadamente 1000 km de largo y 150 km de ancho, limitado al occidente por la Península de Baja California, al oeste por los estados de Sonora, Sinaloa y al sur por una línea imaginaria que conecta Cabo San Lucas (Baja California Sur) con Cabo Corrientes (Jalisco). En el extremo sur del Golfo se encuentra una cuenca que tiene comunicación abierta con el Océano Pacífico (Roden 1964, Álvarez 1983, Santamaría et al. 1994). Su superficie total es de aproximadamente 181.000 km<sup>2</sup> (Rusnak et al. 1964).

El Golfo de California está separado en dos grandes áreas por la presencia de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón, siendo la porción norte relativamente más superficial que la porción sur, la cual presenta mayores profundidades (Álvarez 1983).

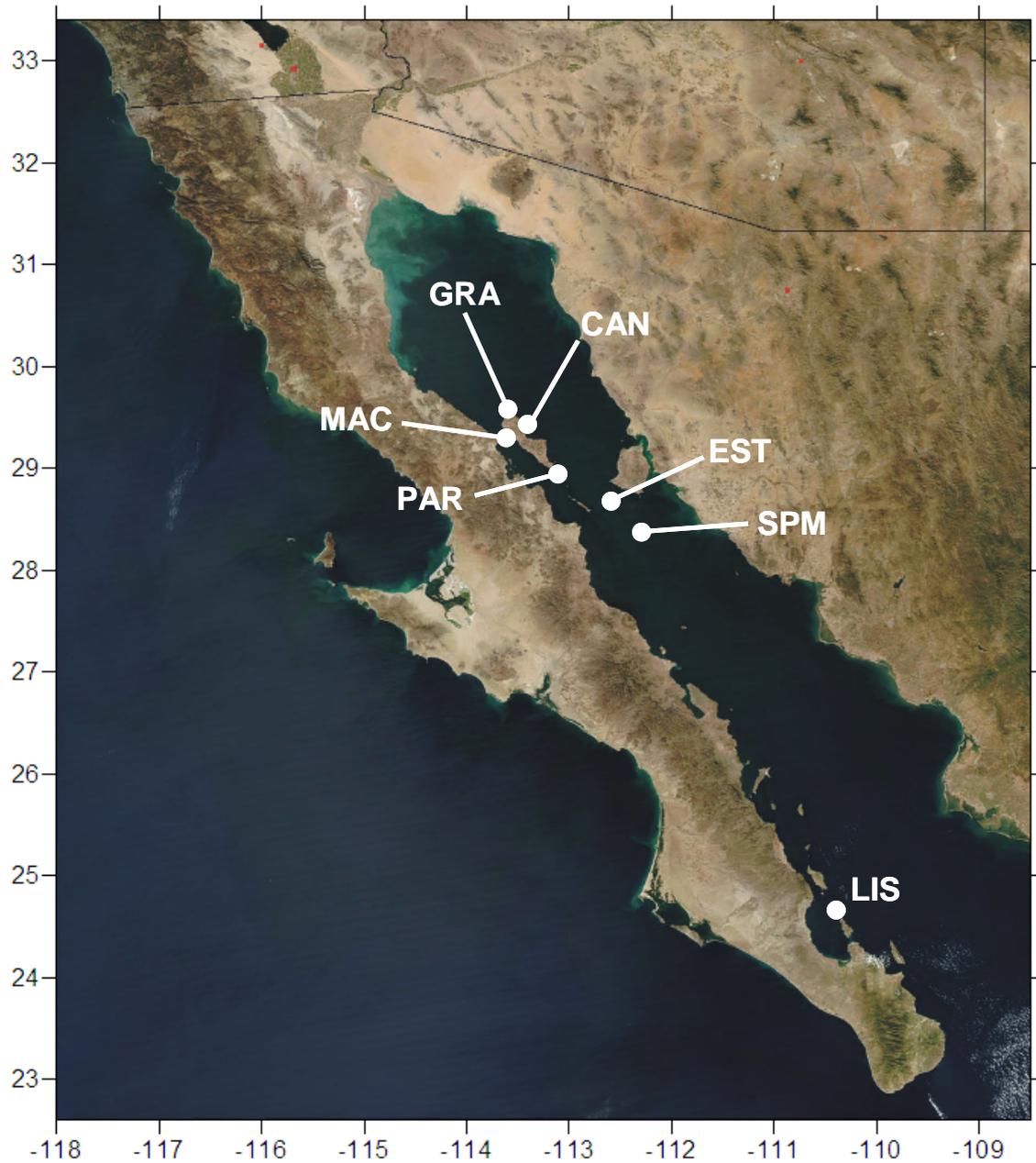
### **2.2 Trabajo de campo**

Durante el verano del año 2000 se muestrearon siete colonias del lobo marino en el Golfo de California: Los Islotes (LIS) (24°35' N y 110°23' O), Isla San Pedro Mártir (SPM) (28°24'00" N y 112°25'3" O), Isla San Esteban (EST) (28°42'00" N y 112°36'00" O), Isla El Partido (PAR) (28°53' N y 113°02' O), Los Machos (MAC) (29°20'00" N y 113°30'00" O), Los Cantiles (CAN) (29°32'00" N y 113°29'00" O) e Isla Granito (GRA) (29°34'30" N y 113°32'15" O) (Porras 2004, García y Auriolos 2004) (Figura 1).

Las crías de lobo marino fueron capturadas y anestesiadas con isoflurano. El tamaño de muestra incluyó entre seis a 11 individuos por colonia. Al momento de coleccionar las muestras, las crías tenían aproximadamente dos meses de edad. Una vez que las crías fueron anestesiadas, se tomaron muestras de grasa por liposucción con la ayuda de una jeringa. La grasa fue obtenida de la región

pectoral de los individuos. Mientras estuvieron en el campo, estas muestras fueron conservadas en tubos de vidrio en un congelador.

Las muestras de sangre fueron obtenidas mediante una punción en la arteria yugular con sistemas “vacutainer”, obteniendo un volumen de 7 ml de sangre de cada animal en dos tubos, los cuales contenían EDTA (ácido etilenediamintetraacético). Estos tubos fueron homogenizados y colocados en una hielera que contenía gel de congelación y hielo. Se evitó la colocación de tubos en contacto directo con el hielo para impedir la hemolización de la sangre. Posteriormente, los tubos con sangre fueron trasladados al barco donde se centrifugaron a 3500 rpm durante 15 minutos. El plasma se separó con pipetas Pasteur y se almacenó en crioviales que contenían soluciones conservadoras. Las muestras se guardaron en congelación a  $-10^{\circ}\text{C}$  durante el resto del crucero, hasta su llegada al laboratorio (Castro 2002).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las siete colonias reproductivas del lobo marino muestreadas en el Golfo de California durante el año 2000. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

### **2.3 Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán en la Ciudad de México, las muestras de grasa y plasma se prepararon de acuerdo a las siguientes etapas: extracción de lípidos totales, saponificación y metilación, las cuales fueron descritas en detalle por Umemura et al. (1993). Los lípidos totales pasaron por el proceso de saponificación que consiste en reaccionar los triglicéridos con una base para separar los ácidos grasos del glicerol. Una vez separados los ácidos grasos, pasaron por un proceso de metilación que permite que estos se conviertan en productos volátiles a altas temperaturas (200°C) y puedan ser arrastrados por un gas a través de una columna cromatográfica hasta un detector de ionización de flama. Los ésteres metílicos se inyectaron en un cromatógrafo de gases 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 minutos. 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, 0.2 µm film, utilizando N<sub>2</sub> como gas portador. El volumen de inyección fue de 1 µL y se utilizó el ácido cerótico (C26:0) SIGMA H0388 como estándar interno en una concentración de 0.01%, aplicado al inicio de la preparación de muestras. Todas las muestras se prepararon por duplicado. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se identificaron por sus tiempos de retención relativos a los estándares. La concentración de 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 (Castro 2002, Castro et al. 2003).

## 2.4 Análisis de datos

Para determinar la importancia de cada ácido graso en cada colonia reproductiva se utilizó el índice de importancia (IIMP) propuesto por García (1999) y García y Aurióles (2004), el cual está definido por la siguiente fórmula:

$$IIMP = \frac{1}{U} \sum_{j=1}^U \frac{X_{ij}}{X_j}, \text{ donde:}$$

$X_i$  es la concentración del ácido graso  $i$  en la muestra  $j$ .

$X_j$  es la concentración total de todos los ácidos grasos encontrados en la muestra  $j$ .

$U$  es el número total de muestras.

Este índice fue inicialmente desarrollado para análisis de excretas, sin embargo, en este caso, ha sido modificado para su aplicación en el análisis de ácidos grasos.

La ventaja de utilizar este índice es que considera a cada muestra de grasa y plasma como una unidad independiente y además permite que cada muestra aporte la misma cantidad de información (García 1999, García y Aurióles 2004).

Se utilizaron técnicas de aglomeración (análisis de grupos) con la finalidad de determinar la similitud de las concentraciones de ácidos grasos entre colonias. El dendrograma para el análisis de grupos se basó en distancias euclidianas relativas y el método de la media no ponderada (García y Aurióles 2004).

Posteriormente se utilizaron también técnicas de ordenación (análisis de componentes principales) para definir patrones espaciales de los ácidos grasos entre colonias.

En ambas técnicas se utilizaron los promedios originados a partir del índice de importancia (IIMP), aunque en los análisis únicamente fueron tomados en cuenta aquellos ácidos grasos que presentaron, al menos en una ocasión, promedios mayores al 2%.

Para los análisis posteriores de comparación de concentraciones de ácidos grasos entre colonias y entre tejidos, se utilizaron las concentraciones de ácidos grasos de grasa (en mg/100 g) y de plasma (en mg/ml) transformadas a porcentajes con respecto al total de la suma de concentraciones.

Para determinar diferencias en las concentraciones de cada ácido graso de la grasa entre las siete colonias se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La misma prueba se utilizó para determinar las diferencias en las concentraciones de cada ácido graso en el plasma.

La prueba de comparaciones múltiples entre grupos (Siegel y Castellan 1998) nos permitió conocer cuales ácidos grasos eran diferentes entre cada colonia y cuales ácidos grasos no lo eran, tanto en grasa como en plasma.

La prueba de Kruskal-Wallis se utilizó nuevamente para determinar diferencias en la concentración de cada ácido graso entre grasa y plasma.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Composición de ácidos grasos en grasa**

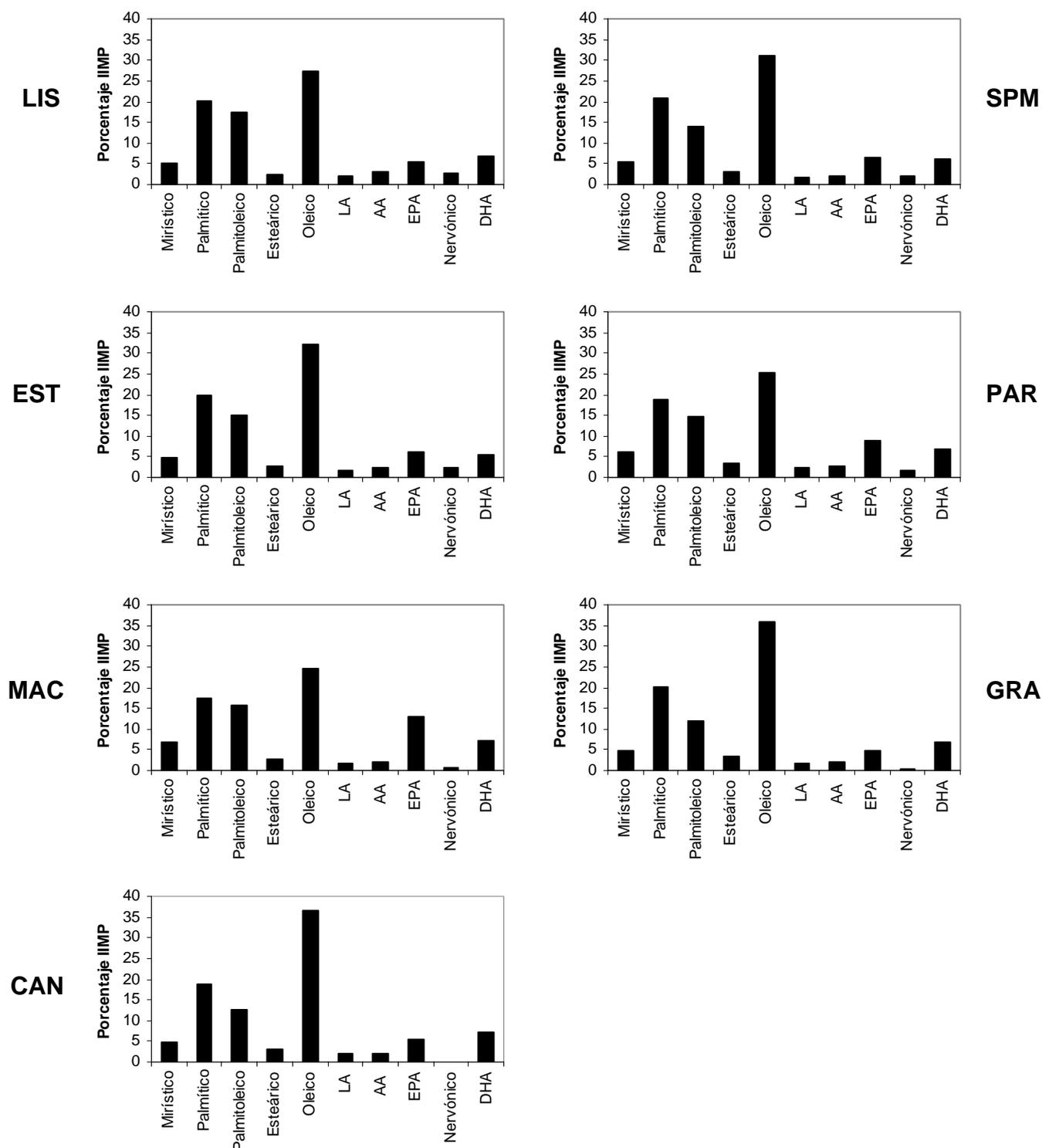
Se identificaron 35 ácidos grasos presentes en la grasa subcutánea de las crías. Los 10 ácidos grasos más abundantes fueron identificados al elegir aquellos que presentaran valores de al menos 2% de importancia (IIMP) en por lo menos una de las colonias (Tabla 2). Los 10 ácidos grasos más abundantes fueron: 14:0 (mirístico), 16:0 (palmítico), 16:1 $n$ -7 (palmitoleico), 18:0 (esteárico), 18:1 $n$ -9 $c$  (oleico), 18:2 $n$ -6 (linoleico o LA), 20:4 $n$ -6 (araquidónico o AA), 20:5 $n$ -3 (eicosapentanoico o EPA), 24:1 $n$ -9 (nervónico) y 22:6 $n$ -3 (docosahexanoico o DHA) (Tabla 2).

Del total de 35 ácidos grasos detectados, 15 son saturados (43% del total), 9 son monoinsaturados (26% del total) y 11 son poliinsaturados (31% del total) (Tabla 2).

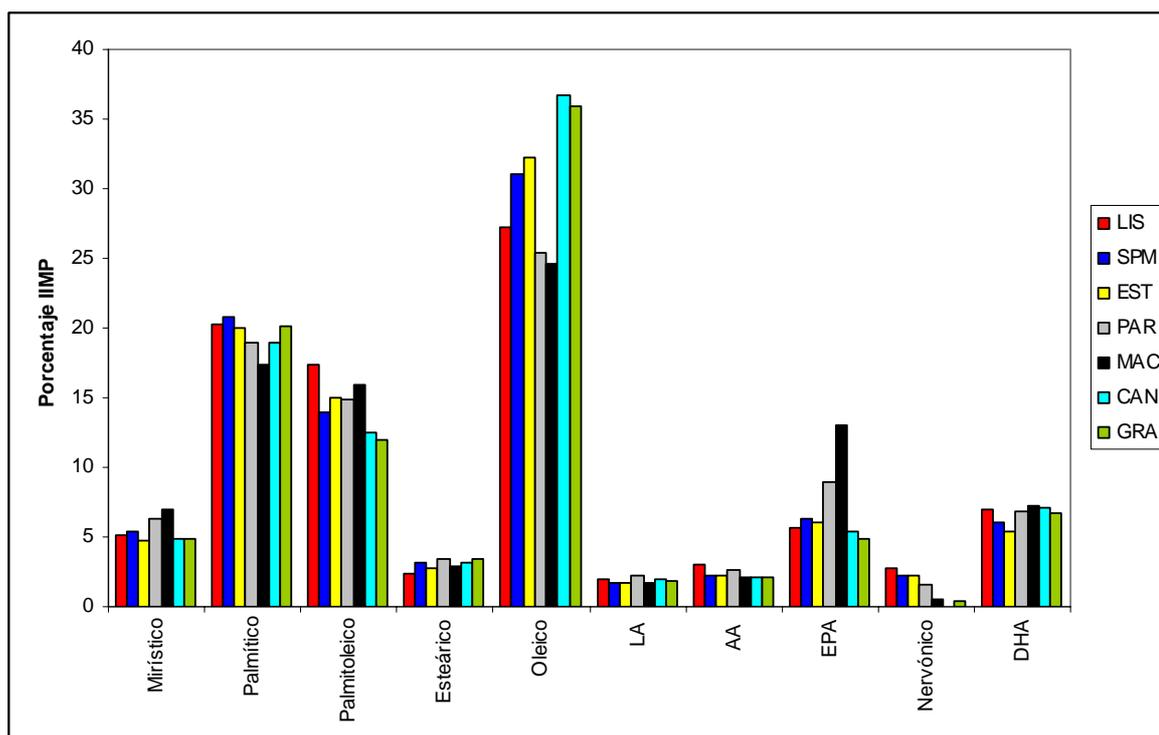
**Tabla 2.** Ácidos grasos identificados en la grasa subcutánea de las crías de lobo marino de California en las siete colonias. Los valores indican el porcentaje de importancia (IIMP) para cada ácido graso en cada colonia. Los 10 ácidos grasos más abundantes aparecen en negrillas. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Ácidos grasos		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Nombre común	Fórmula							
Caprílico	8:0	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Cáprico	10:0	0.02	0.13	0.01	0.25	0.01	0.01	0.01
Undecanoico	11:0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Laurico	12:0	0.18	0.14	0.15	0.11	0.15	0.15	0.14
Tridecanoico	13:0	0.04	0.03	0.48	0.03	0.04	0.04	0.04
<b>Mirístico</b>	<b>14:0</b>	<b>5.19</b>	<b>5.36</b>	<b>4.67</b>	<b>6.28</b>	<b>6.99</b>	<b>4.83</b>	<b>4.88</b>
Miristoleico	14:1	0.83	0.60	1.03	0.63	0.59	0.51	0.52
Pentadecanoico	15:0	0.61	0.49	0.49	0.56	0.53	0.47	0.48
Cis 10 pentadecenoico	15:1	0.06	0.06	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05
<b>Palmítico</b>	<b>16:0</b>	<b>20.22</b>	<b>20.81</b>	<b>19.98</b>	<b>18.91</b>	<b>17.33</b>	<b>20.13</b>	<b>18.94</b>
<b>Palmitoleico</b>	<b>16:1n7</b>	<b>17.40</b>	<b>14.01</b>	<b>15.01</b>	<b>14.82</b>	<b>15.88</b>	<b>11.94</b>	<b>12.55</b>
Heptadecanoico	17:0	0.77	0.89	0.81	1.08	1.25	0.70	0.71
Cis 10 heptadecenoico	17:1	1.05	0.75	0.82	0.88	0.98	0.81	0.87
<b>Esteárico</b>	<b>18:0</b>	<b>2.33</b>	<b>3.18</b>	<b>2.76</b>	<b>3.48</b>	<b>2.85</b>	<b>3.43</b>	<b>3.15</b>
Elaídico	18:1n9t	0.17	0.09	0.18	0.13	0.13	0.16	0.15
<b>Oleico</b>	<b>18:1n9c</b>	<b>27.18</b>	<b>31.09</b>	<b>32.30</b>	<b>25.38</b>	<b>24.58</b>	<b>35.89</b>	<b>36.69</b>
Linoleaídico	18:2n6t	0.14	0.14	0.10	0.09	0.10	0.09	0.12
<b>Linoleico (LA)</b>	<b>18:2n6c</b>	<b>2.03</b>	<b>1.68</b>	<b>1.65</b>	<b>2.24</b>	<b>1.67</b>	<b>1.84</b>	<b>2.03</b>
Gama linolénico	18:3n6	0.12	0.12	0.11	0.19	0.21	0.13	0.10
Alfa linolénico (ALA)	18:3n3	0.82	0.69	0.67	1.08	0.81	0.72	0.81
Araquídico	20:0	0.19	0.19	0.23	0.27	0.20	0.35	0.23
Cis 11 eicosenoico	20:1n9	0.92	1.44	1.06	1.41	1.52	1.43	1.15
Cis 11,14 eicosadienoico	20:2n6	0.64	0.43	0.46	0.55	0.35	0.45	0.43
Cis 11,14,17 eicosatrienoico	20:3n3	0.06	0.05	0.14	0.10	0.08	0.30	0.17
Cis 8,11,14 eicosatrienoico	20:3n6	0.26	0.24	0.22	0.45	0.29	0.26	0.29
<b>Araquidónico (AA)</b>	<b>20:4n6</b>	<b>2.97</b>	<b>2.18</b>	<b>2.29</b>	<b>2.63</b>	<b>2.13</b>	<b>2.16</b>	<b>2.15</b>
Heneicosanoico	21:0	0.14	0.14	0.11	0.13	0.12	0.16	0.19
Behénico	22:0	0.11	0.06	0.10	0.21	0.03	0.21	0.06
<b>Eicosapentanoico (EPA)</b>	<b>20:5n3</b>	<b>5.60</b>	<b>6.34</b>	<b>6.07</b>	<b>8.93</b>	<b>12.97</b>	<b>4.88</b>	<b>5.35</b>
Erúcico	22:1n9	0.07	0.15	0.12	0.14	0.15	0.15	0.18
Cis 13,16 docosadienoico	22:2n6	0.02	0.01	0.10	0.10	0.02	0.38	0.19
Tricosanoico	23:0	0.17	0.13	0.10	0.36	0.11	0.24	0.19
Lignocérico	24:0	0.03	0.05	0.03	0.15	0.04	0.06	0.07
<b>Nervónico</b>	<b>24:1n9</b>	<b>2.71</b>	<b>2.21</b>	<b>2.29</b>	<b>1.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.38</b>	<b>0.03</b>
<b>Docosahexanoico (DHA)</b>	<b>22:6n3</b>	<b>6.94</b>	<b>6.11</b>	<b>5.40</b>	<b>6.80</b>	<b>7.29</b>	<b>6.70</b>	<b>7.07</b>

Se caracterizó el perfil de los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa para cada una de las siete colonias individualmente (Figura 2) y en conjunto (Figura 3).

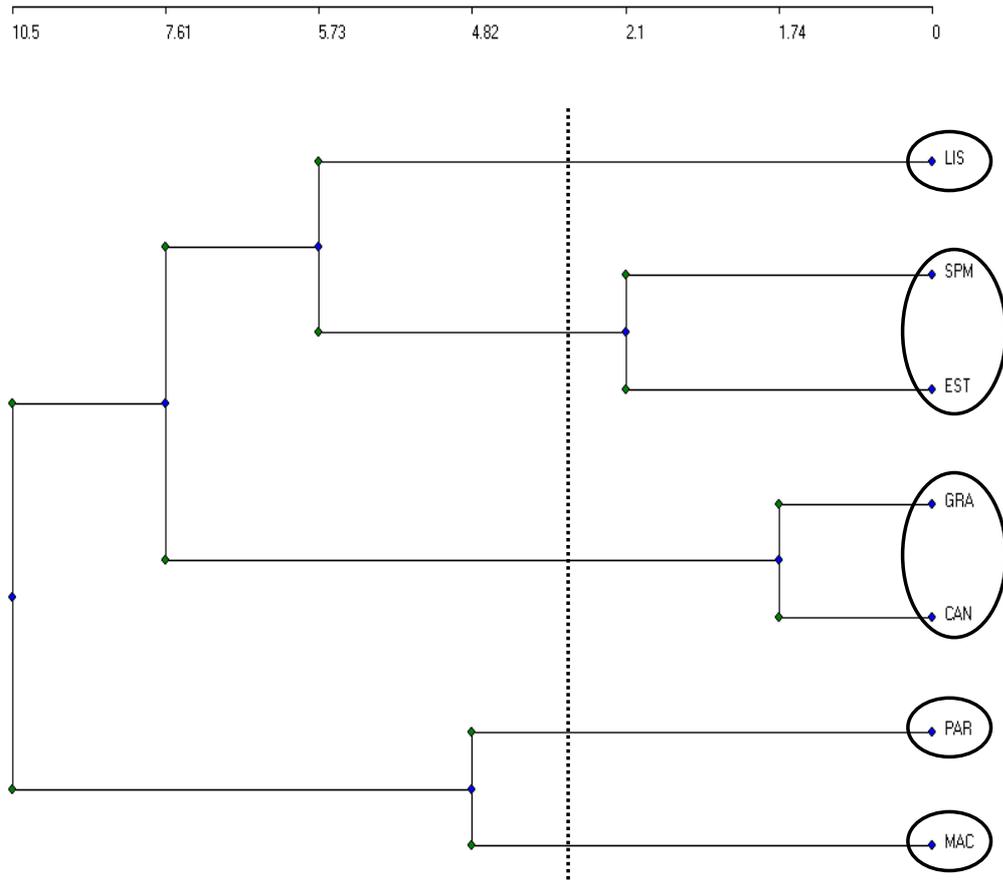


**Figura 2.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa de las crías para cada una de las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.



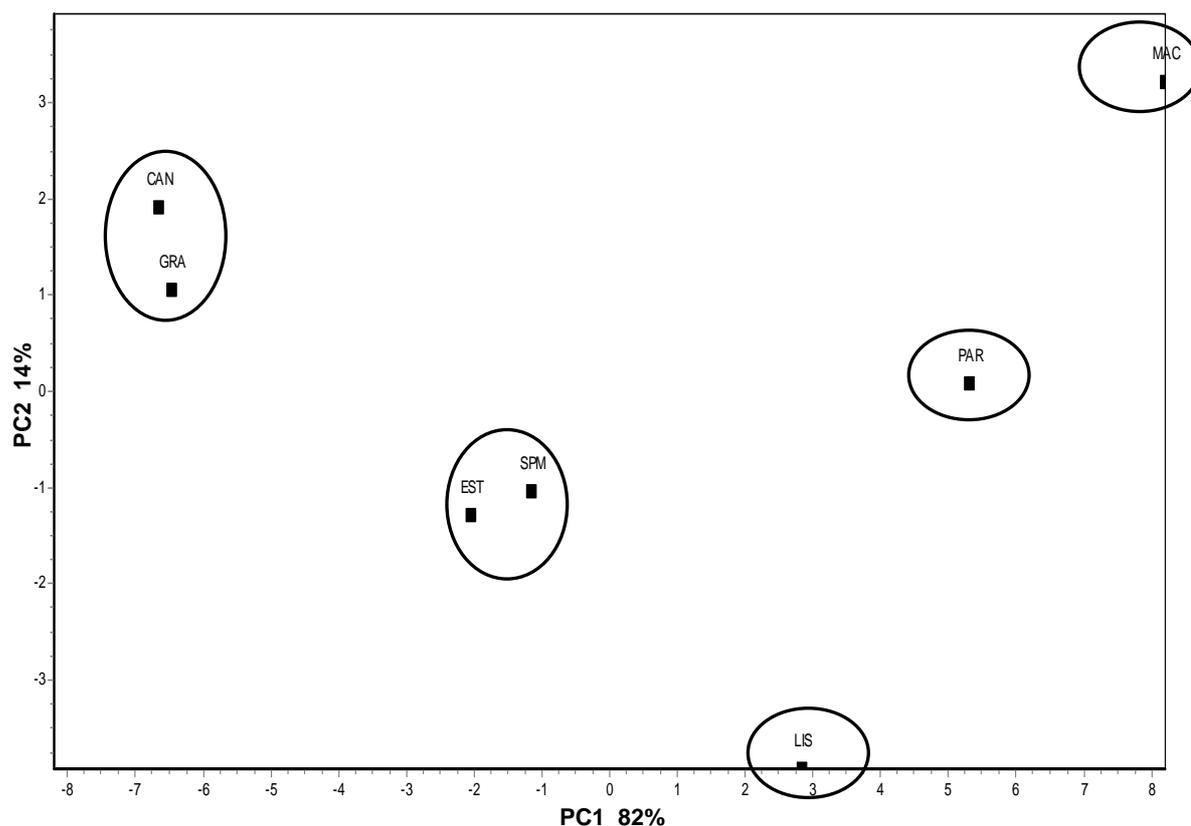
**Figura 3.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa de las crías para las siete colonias en conjunto. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

En las figuras 2 y 3 podemos observar diferencias entre colonias en el porcentaje de importancia (IIMP) de estos 10 ácidos grasos, especialmente en los ácidos  $18:1n-9c$  (oleico) y  $20:5n-3$  (EPA). Para determinar el grado de similitud entre colonias se realizó un análisis de grupos donde, al realizar un corte entre las distancias euclidianas 2.1 y 4.82, se identificaron cinco grupos de colonias: 1) Los Islotes, 2) San Pedro Mártir y San Esteban, 3) Granito y Cantiles, 4) Partido y 5) Los Machos (Figura 4).



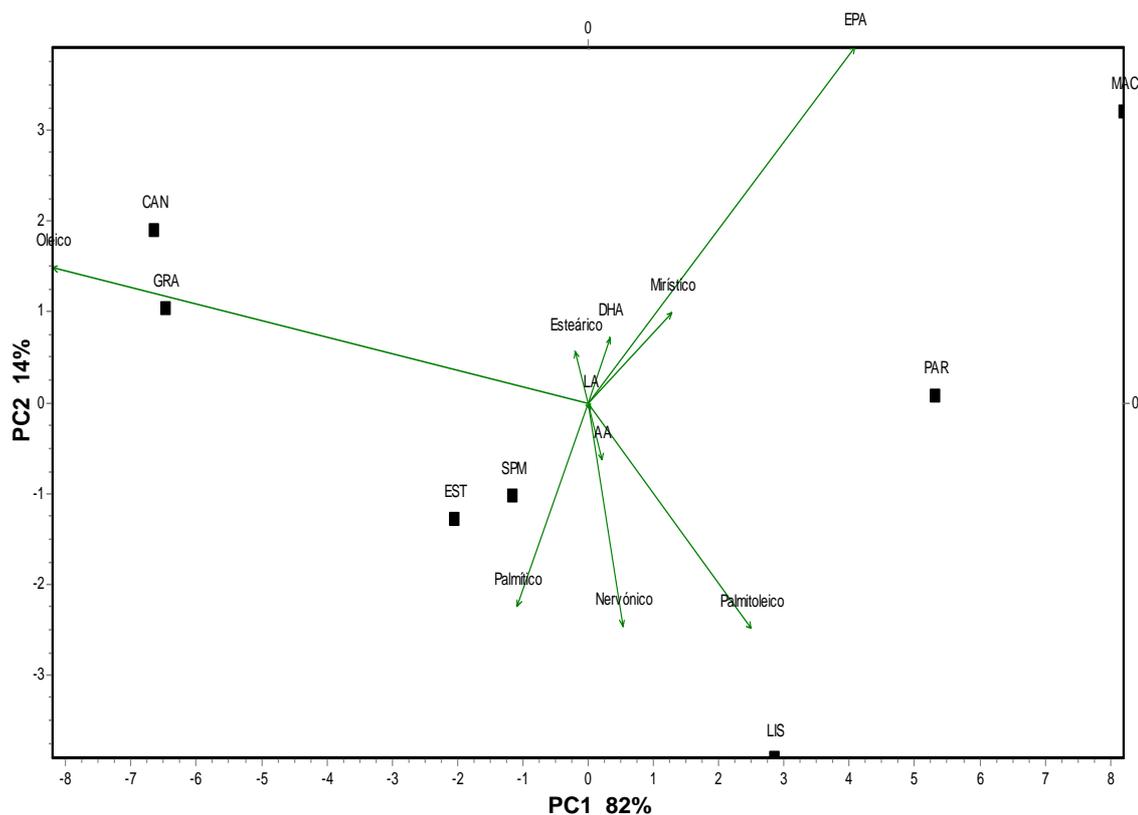
**Figura 4.** Análisis de grupos de las siete colonias con los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa, utilizando la distancia euclidiana y el método de la media no ponderada. La línea vertical representa el punto de referencia para delimitar los grupos. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para determinar la existencia de patrones espaciales, y para complementar los resultados del análisis de grupos, se realizó un análisis de componentes principales, donde se identificaron cinco grupos de colonias: 1) Granito y Cantiles, 2) San Pedro Mártir y San Esteban, 3) Los Islotes, 4) Partido y 5) Los Machos. El primer componente principal representa el 82% de la variación mientras que el segundo componente principal representa el 14% de la variación, explicando entre ambos el 96% de la variación total (Figura 5).



**Figura 5.** Análisis de componentes principales de las siete colonias utilizando los 10 ácidos grasos más abundantes en la grasa. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para identificar cuales ácidos grasos son los que determinan la ordenación espacial de las colonias, se incluyeron los vectores en el análisis de componentes principales (Figura 6). En esta figura se observa que el ácido 16:1*n*-7 (palmitoleico) es el que determina la ordenación de la colonia de Los Islotes; el ácido 18:1*n*-9c (oleico) para Granito y Cantiles; y el ácido 20:5*n*-3 (EPA) para Los Machos.



**Figura 6.** Análisis de componentes principales de las siete colonias mostrando los ácidos grasos (vectores) que determinan la ordenación espacial en la grasa. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para determinar si existen diferencias significativas en el porcentaje de cada ácido graso entre las siete colonias se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, cuyos resultados se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis de los 35 ácidos grasos identificados en la grasa.

Ácidos grasos		H (6, N=63)	P
Nombre común	Fórmula		
<sup>1</sup> Caprílico	8:0	5.570519	0.4730
<sup>1</sup> Cáprico	10:0	3.116741	0.7941
<sup>1</sup> Undecanoico	11:0	3.163507	0.7881
<sup>1</sup> Laurico	12:0	5.974530	0.4261
<sup>1</sup> Tridecanoico	13:0	9.796318	0.1335
<sup>2</sup> Mirístico	14:0	27.26146	0.0001 *
<sup>1</sup> Miristoleico	14:1	14.85623	0.0214 *
<sup>1</sup> Pentadecanoico	15:0	13.98884	0.0298 *
<sup>1</sup> Cis 10 pentadecenoico	15:1	10.48088	0.1058
<sup>2</sup> Palmítico	16:0	10.87123	0.0924
<sup>2</sup> Palmitoleico	16:1n7	23.57987	0.0006 *
<sup>2</sup> Heptadecanoico	17:0	33.20769	0.0000 *
<sup>1</sup> Cis 10 heptadecenoico	17:1	24.13373	0.0005 *
<sup>2</sup> Esteárico	18:0	17.82214	0.0067 *
<sup>1</sup> Elaídico	18:1n9t	5.056988	0.5365
<sup>2</sup> Oleico	18:1n9c	44.41360	0.0000 *
<sup>1</sup> Linoleaídico	18:2n6t	6.033693	0.4194
<sup>2</sup> Linoleico (LA)	18:2n6c	21.74768	0.0013 *
<sup>2</sup> Gama linolénico	18:3n6	17.56291	0.0074 *
<sup>2</sup> Alfa linolénico (ALA)	18:3n3	21.28394	0.0016 *
<sup>1</sup> Araquídico	20:0	10.77897	0.0955
<sup>2</sup> Cis 11 eicosenoico	20:1n9	19.38254	0.0036 *
<sup>2</sup> Cis 11,14 eicosadienoico	20:2n6	16.89966	0.0097 *
<sup>2</sup> Cis 11, 14, 17 eicosatrienoico	20:3n3	10.78339	0.0953
<sup>2</sup> Cis 8, 11, 14 eicosatrienoico	20:3n6	24.65269	0.0004 *
<sup>2</sup> Araquidónico (AA)	20:4n6	24.56929	0.0004 *
<sup>1</sup> Heneicosanoico	21:0	16.85641	0.0098 *
<sup>1</sup> Behénico	22:0	7.555032	0.2726
<sup>2</sup> Eicosapentanoico (EPA)	20:5n3	26.17671	0.0002 *
<sup>2</sup> Erúcico	22:1n9	10.46794	0.1063
<sup>2</sup> Cis 13, 16 docosadienoico	22:2n6	19.70292	0.0031 *
<sup>1</sup> Tricosanoico	23:0	17.56853	0.0074 *
<sup>1</sup> Lignocérico	24:0	25.21587	0.0003 *
<sup>1</sup> Nervónico	24:1n9	7.634445	0.2661
<sup>2</sup> Docosahexanoico (DHA)	22:6n3	13.31855	0.0382 *

<sup>1</sup> Ácidos grasos de origen metabólico

<sup>2</sup> Ácidos grasos de origen alimentario

\* Ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias

Del total de 35 ácidos, se identificaron 18 que, de acuerdo con el criterio de Iverson et. al. (2004), se originaron probablemente del alimento y 17 que tienen como probable origen el metabolismo del propio individuo. De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, de ese total de 35 ácidos grasos, 21 presentaron diferencias significativas y 14 no presentaron diferencias entre las siete colonias (Tabla 3). De los 18 ácidos grasos que tienen un probable origen del alimento, 15 presentaron diferencias significativas y 3 no presentaron diferencias entre las siete colonias. De los 17 ácidos grasos que

tienen un probable origen del metabolismo, 11 no presentaron diferencias y 6 presentaron diferencias significativas entre las siete colonias (Tabla 3).

Posteriormente se realizó una prueba de comparaciones múltiples entre grupos (Siegel y Castellan 1998) para determinar diferencias particulares de cada ácido graso entre cada colonia. Del total de 35 ácidos grasos, 21 ácidos grasos presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en su concentración entre al menos dos de las siete colonias. Para cada uno de los 35 ácidos grasos se realizaron tablas que indican entre que colonias se encontraron estas diferencias. Estos resultados se presentan en detalle en la sección de apéndices (Apéndice 1).

### **3.2 Composición de ácidos grasos en plasma**

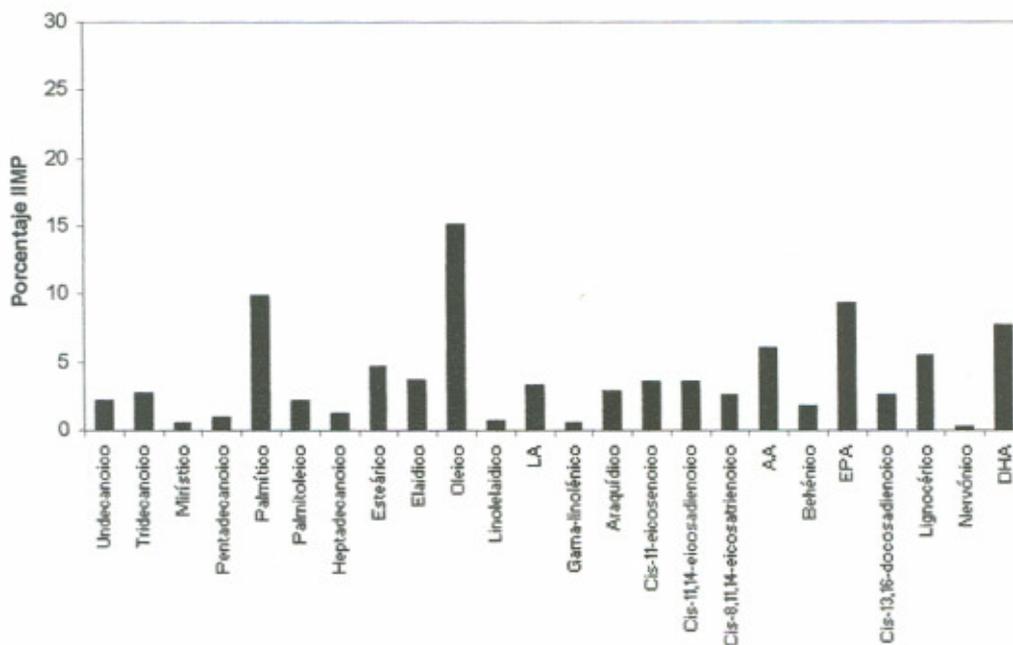
Se identificaron 36 ácidos grasos presentes en el plasma de las crías. Los 24 ácidos grasos más abundantes fueron identificados al elegir aquellos que presentaran valores de al menos 2% de importancia (IIMP) en por lo menos una de las colonias (Tabla 4). Los 24 ácidos grasos más abundantes fueron: 11:0 (undecanoico), 13:0 (tridecanoico), 14:0 (mirístico), 15:0 (pentadecanoico), 16:0 (palmítico), 16:1*n*-7 (palmitoleico), 17:0 (heptadecanoico), 18:0 (esteárico), 18:1*n*-9*t* (elaidico), 18:1*n*-9*c* (oleico), 18:2*n*-6*t* (linoleaidico), 18:2*n*-6 (linoleico o LA), 18:3*n*-6 (gama linolénico), 20:0 (araquídico), 20:1*n*-9 (cis 11 eicosenoico), 20:2*n*-6 (cis 11, 14 eicosadienoico), 20:3*n*-6 (cis 8, 11, 14 eicosatrienoico), 20:4*n*-6 (araquidónico o AA), 22:0 (behénico), 20:5*n*-3 (eicosapentanoico o EPA), 22:2*n*-6 (cis 13, 16 docosadienoico), 24:0 (lignocérico), 24:1*n*-9 (nervónico) y 22:6*n*-3 (docosahexanoico o DHA).

Del total de 36 ácidos grasos, 16 son saturados (44% del total), 9 son monoinsaturados (25% del total) y 11 son poliinsaturados (31% del total).

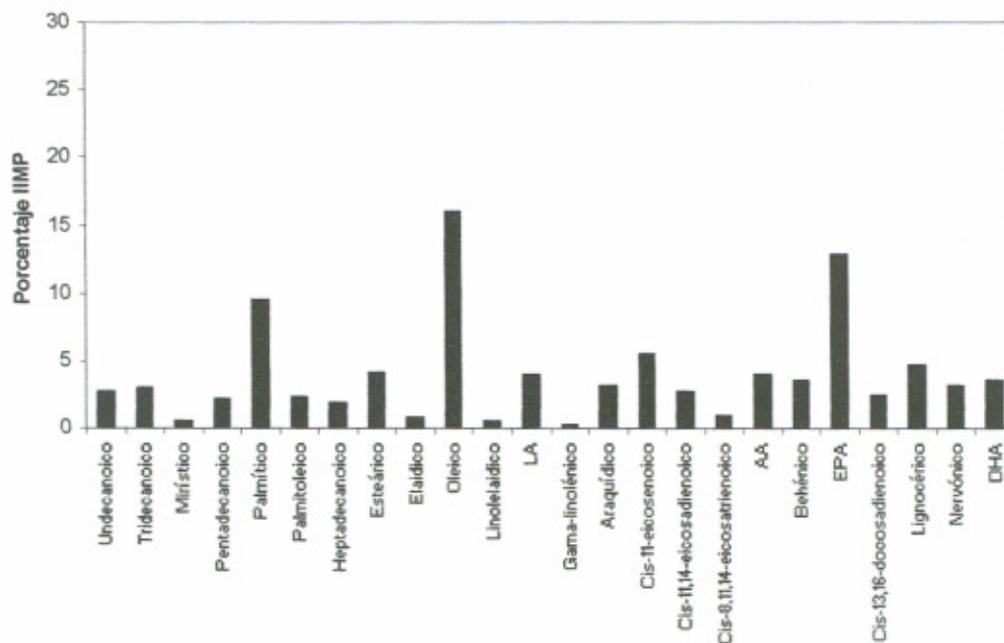
**Tabla 4.** Ácidos grasos identificados en el plasma de las crías de lobo marino de California en las siete colonias. Los valores indican el porcentaje de importancia (IIMP) para cada ácido graso en cada colonia. Los 24 ácidos grasos más abundantes aparecen en negrillas. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Ácidos grasos		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Nombre común	Fórmula							
Caproico	6:0	0.97	1.01	1.11	0.00	0.11	0.00	0.00
Caprílico	8:0	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.01
Cáprico	10:0	0.08	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.01
<b>Undecanoico</b>	<b>11:0</b>	<b>2.15</b>	<b>2.75</b>	<b>2.30</b>	<b>0.87</b>	<b>0.27</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>
Laurico	12:0	0.00	0.00	0.01	0.06	0.03	0.00	0.14
<b>Tridecanoico</b>	<b>13:0</b>	<b>2.73</b>	<b>3.05</b>	<b>3.14</b>	<b>0.67</b>	<b>0.27</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>
<b>Mirístico</b>	<b>14:0</b>	<b>0.59</b>	<b>0.55</b>	<b>0.64</b>	<b>0.98</b>	<b>1.48</b>	<b>0.82</b>	<b>3.48</b>
Miristoleico	14:1	1.05	0.72	0.49	1.50	0.20	1.36	0.60
<b>Pentadecanoico</b>	<b>15:0</b>	<b>1.01</b>	<b>2.16</b>	<b>1.83</b>	<b>1.69</b>	<b>0.75</b>	<b>1.47</b>	<b>0.46</b>
Cis 10 pentadecenoico	15:1	0.02	0.02	0.74	0.22	0.21	0.09	0.14
<b>Palmítico</b>	<b>16:0</b>	<b>9.98</b>	<b>9.49</b>	<b>12.65</b>	<b>18.61</b>	<b>26.70</b>	<b>19.43</b>	<b>21.02</b>
<b>Palmitoleico</b>	<b>16:1n7</b>	<b>2.27</b>	<b>2.35</b>	<b>2.33</b>	<b>3.56</b>	<b>2.81</b>	<b>2.25</b>	<b>12.90</b>
<b>Heptadecanoico</b>	<b>17:0</b>	<b>1.26</b>	<b>1.99</b>	<b>2.08</b>	<b>2.10</b>	<b>1.06</b>	<b>1.06</b>	<b>0.67</b>
Cis 10 heptadecenoico	17:1	0.12	0.96	0.07	0.14	0.23	0.68	0.06
<b>Esteárico</b>	<b>18:0</b>	<b>4.65</b>	<b>4.08</b>	<b>5.72</b>	<b>14.32</b>	<b>22.97</b>	<b>19.99</b>	<b>6.23</b>
<b>Elaídico</b>	<b>18:1n9t</b>	<b>3.78</b>	<b>0.87</b>	<b>0.64</b>	<b>0.93</b>	<b>0.13</b>	<b>0.06</b>	<b>0.19</b>
<b>Oleico</b>	<b>18:1n9c</b>	<b>15.08</b>	<b>16.03</b>	<b>15.31</b>	<b>14.57</b>	<b>25.07</b>	<b>21.71</b>	<b>29.33</b>
<b>Linoleaídico</b>	<b>18:2n6t</b>	<b>0.72</b>	<b>0.60</b>	<b>2.13</b>	<b>1.94</b>	<b>0.08</b>	<b>0.03</b>	<b>0.09</b>
<b>Linoleico (LA)</b>	<b>18:2n6c</b>	<b>3.35</b>	<b>4.06</b>	<b>4.13</b>	<b>4.07</b>	<b>2.32</b>	<b>2.38</b>	<b>1.82</b>
<b>Gama linoléico</b>	<b>18:3n6</b>	<b>0.53</b>	<b>0.30</b>	<b>0.16</b>	<b>0.63</b>	<b>0.18</b>	<b>7.12</b>	<b>0.12</b>
Alfa linoléico (ALA)	18:3n3	1.28	0.40	0.43	0.35	0.10	0.23	0.50
<b>Araquídico</b>	<b>20:0</b>	<b>2.90</b>	<b>3.12</b>	<b>3.08</b>	<b>2.07</b>	<b>0.54</b>	<b>1.98</b>	<b>0.15</b>
<b>Cis 11 eicosenoico</b>	<b>20:1n9</b>	<b>3.51</b>	<b>5.54</b>	<b>6.06</b>	<b>2.22</b>	<b>0.98</b>	<b>0.36</b>	<b>0.86</b>
<b>Cis 11,14 eicosadienoico</b>	<b>20:2n6</b>	<b>3.53</b>	<b>2.83</b>	<b>3.20</b>	<b>2.29</b>	<b>0.39</b>	<b>3.62</b>	<b>0.66</b>
Cis 11,14,17 eicosatrienoico	20:3n3	1.61	1.04	0.00	0.18	0.15	1.42	0.06
<b>Cis 8,11,14 eicosatrienoico</b>	<b>20:3n6</b>	<b>2.56</b>	<b>1.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.60</b>	<b>0.08</b>	<b>0.48</b>	<b>0.18</b>
<b>Araquidónico (AA)</b>	<b>20:4n6</b>	<b>6.01</b>	<b>4.00</b>	<b>6.15</b>	<b>7.38</b>	<b>7.86</b>	<b>7.65</b>	<b>3.90</b>
Heneicosanoico	21:0	0.48	0.19	0.14	0.35	0.18	0.82	0.11
<b>Behénico</b>	<b>22:0</b>	<b>1.79</b>	<b>3.62</b>	<b>2.10</b>	<b>1.49</b>	<b>0.22</b>	<b>0.40</b>	<b>0.11</b>
<b>Eicosapentanoico (EPA)</b>	<b>20:5n3</b>	<b>9.37</b>	<b>12.80</b>	<b>12.32</b>	<b>7.51</b>	<b>2.17</b>	<b>2.26</b>	<b>3.76</b>
Erúcico	22:1n9	0.32	0.20	0.13	1.62	0.13	0.41	0.15
<b>Cis 13,16 docosadienoico</b>	<b>22:2n6</b>	<b>2.55</b>	<b>2.45</b>	<b>1.73</b>	<b>1.26</b>	<b>0.15</b>	<b>0.02</b>	<b>0.07</b>
Tricosanoico	23:0	0.22	0.27	0.01	0.72	0.07	0.00	0.18
<b>Lignocérico</b>	<b>24:0</b>	<b>5.53</b>	<b>4.74</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.04</b>
<b>Nervónico</b>	<b>24:1n9</b>	<b>0.25</b>	<b>3.14</b>	<b>5.74</b>	<b>2.87</b>	<b>0.93</b>	<b>0.14</b>	<b>2.68</b>
<b>Docosahexanoico (DHA)</b>	<b>22:6n3</b>	<b>7.72</b>	<b>3.65</b>	<b>3.41</b>	<b>2.02</b>	<b>1.18</b>	<b>1.75</b>	<b>9.30</b>

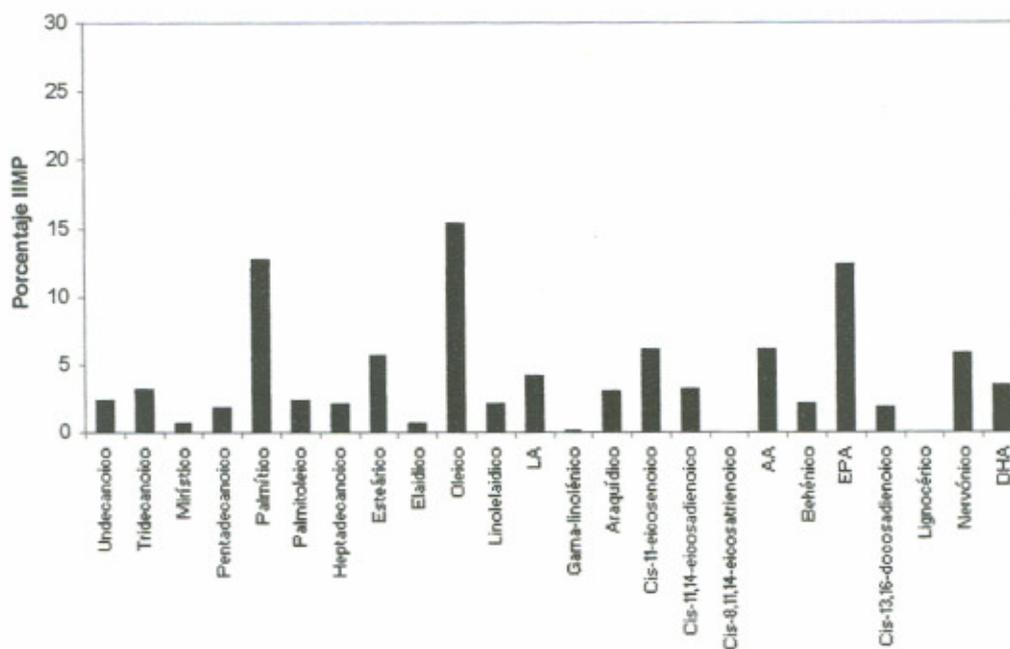
Se caracterizó el perfil de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma para cada una de las siete colonias individualmente (Figuras 7 a 13) y en conjunto (Figura 14).



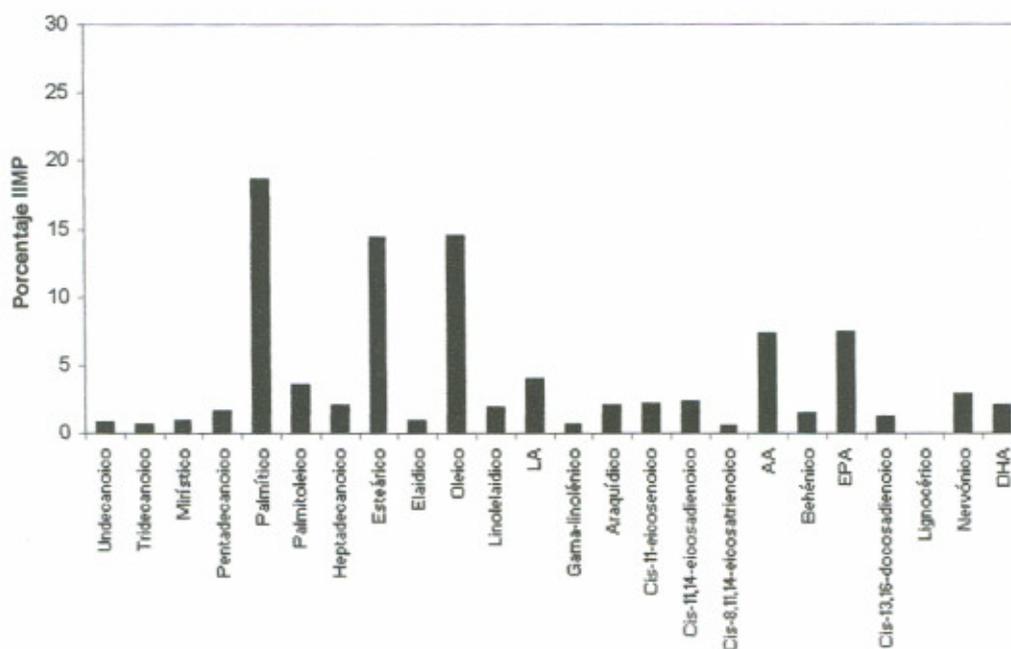
**Figura 7.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Los Islotes (LIS).



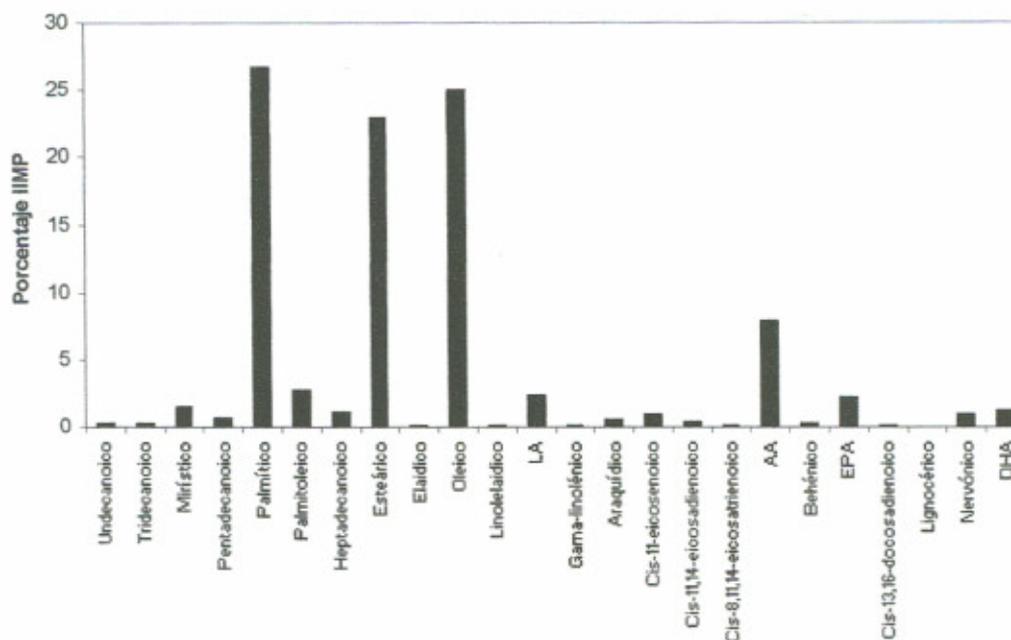
**Figura 8.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de San Pedro Mártir (SPM).



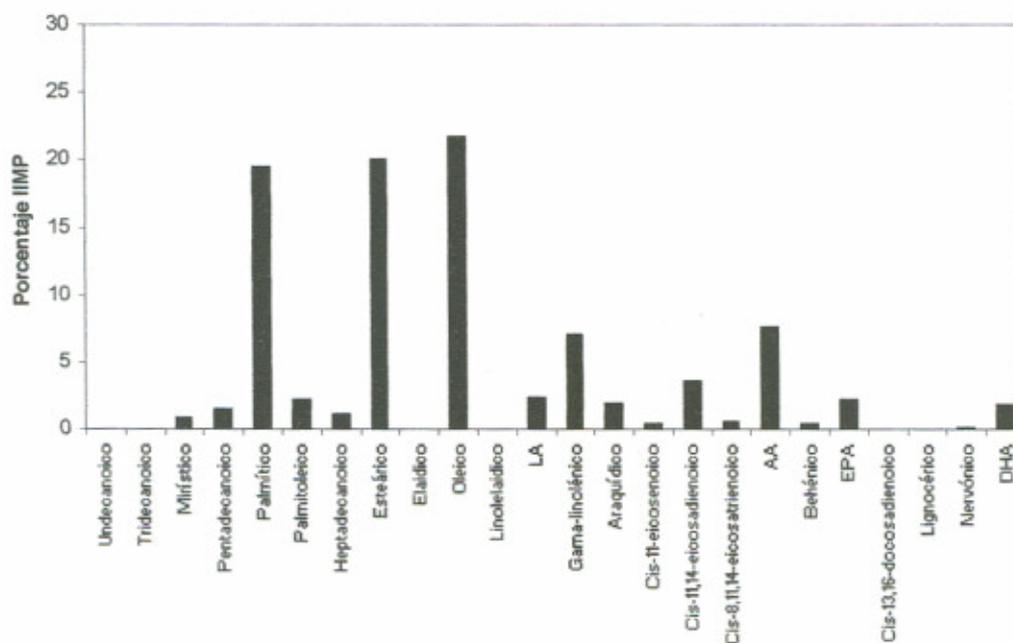
**Figura 9.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de San Esteban (EST).



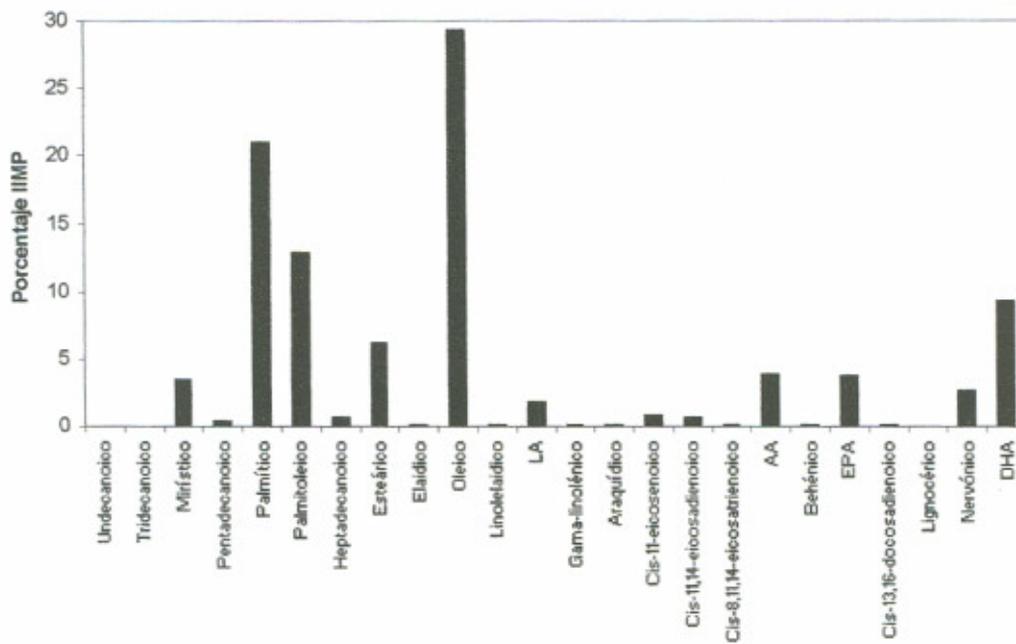
**Figura 10.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de El Partido (PAR).



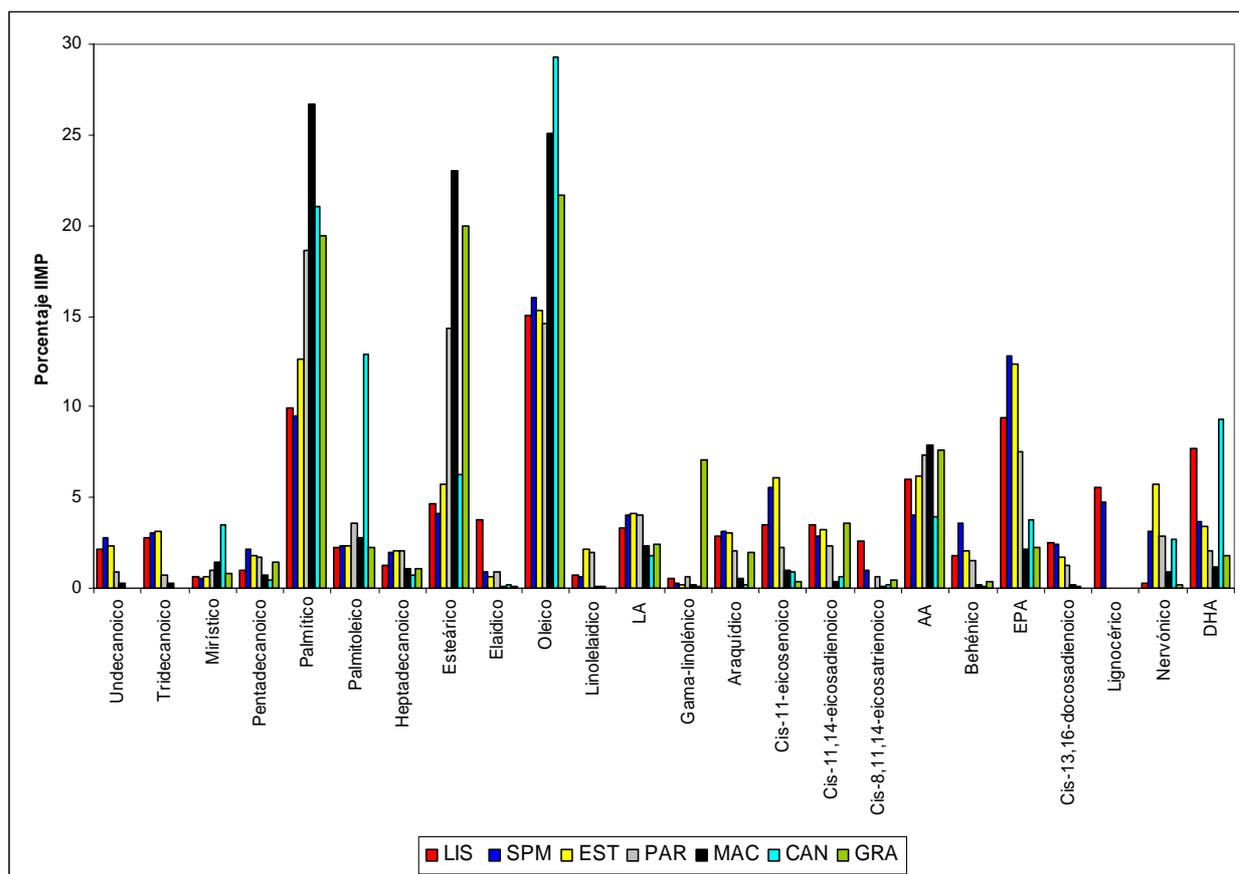
**Figura 11.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Los Machos (MAC).



**Figura 12.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Granito (GRA).



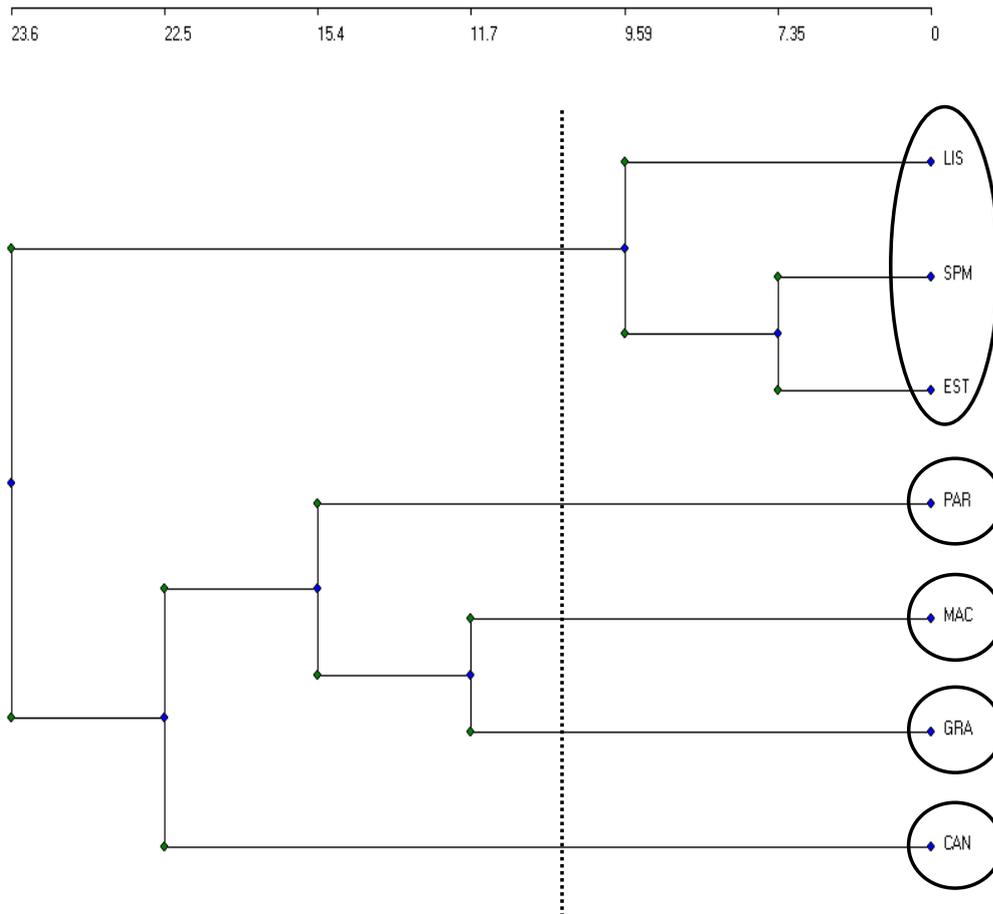
**Figura 13.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para la colonia de Cantiles (CAN).



**Figura 14.** Porcentaje de importancia (IIMP) de los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma de las crías para las siete colonias en conjunto. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

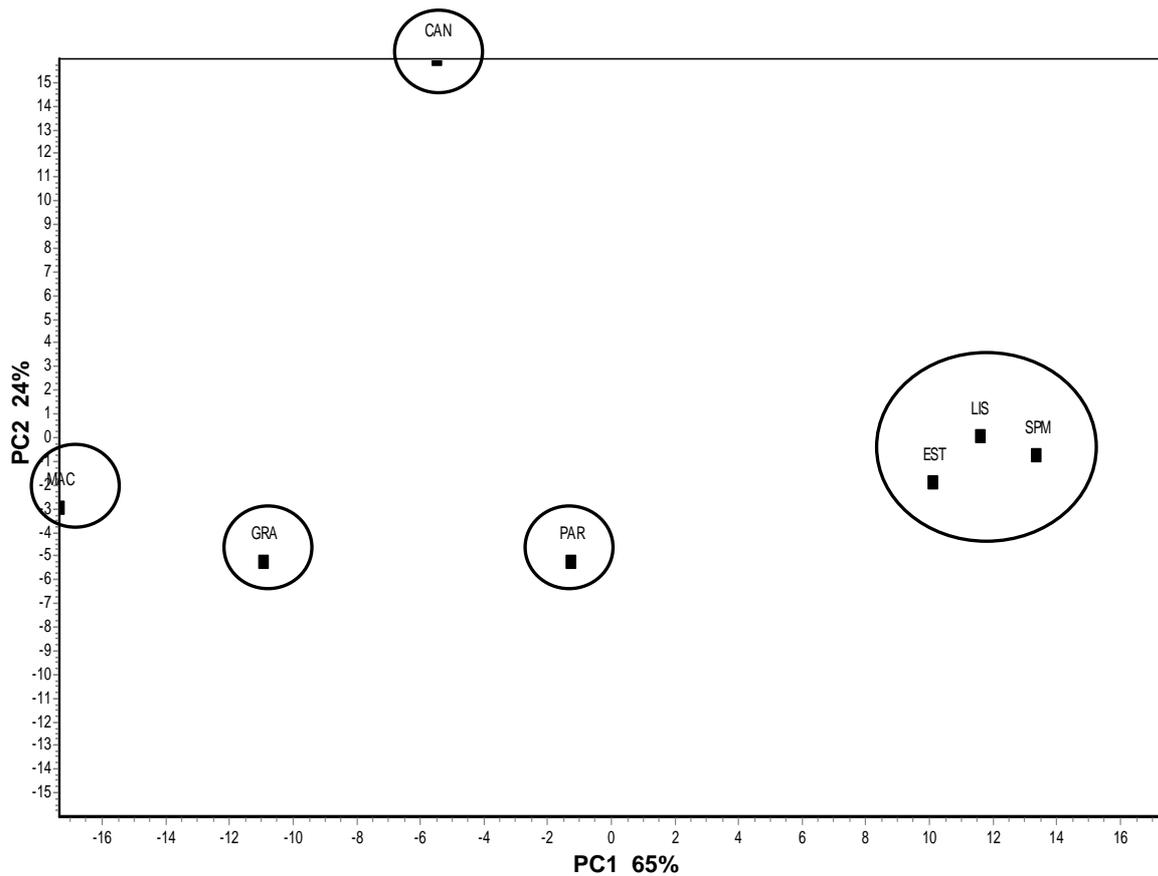
En las figuras 7 a 14 podemos observar diferencias entre colonias en el porcentaje de importancia (IIMP) de estos 24 ácidos grasos, especialmente en los ácidos 16:0 (palmítico), 16:1 $n$ -7 (palmitoleico), 18:0 (esteárico), 18:1 $n$ -9 (oleico), 18:3 $n$ -6 (gama-linolénico), 20:5 $n$ -3 (EPA), 24:0 (lignocérico) y 22:6 $n$ -3 (DHA).

Para determinar el grado de similitud entre colonias se realizó un análisis de grupos donde, al realizar un corte entre las distancias euclidianas 9.59 y 11.7, se identificaron cinco grupos de colonias: 1) Los Islotes, San Pedro Mártir y San Esteban, 2) Partido, 3) Machos, 4) Granito y 5) Cantiles (Figura 15). Sin embargo, al realizar un corte entre las distancias 22.5 y 23.6, se forman dos grandes grupos generales de colonias, uno al sur de las grandes islas (Los Islotes, San Pedro Mártir y San Estéban) y otro al norte de las grandes islas (Partido, Machos, Granito y Cantiles).



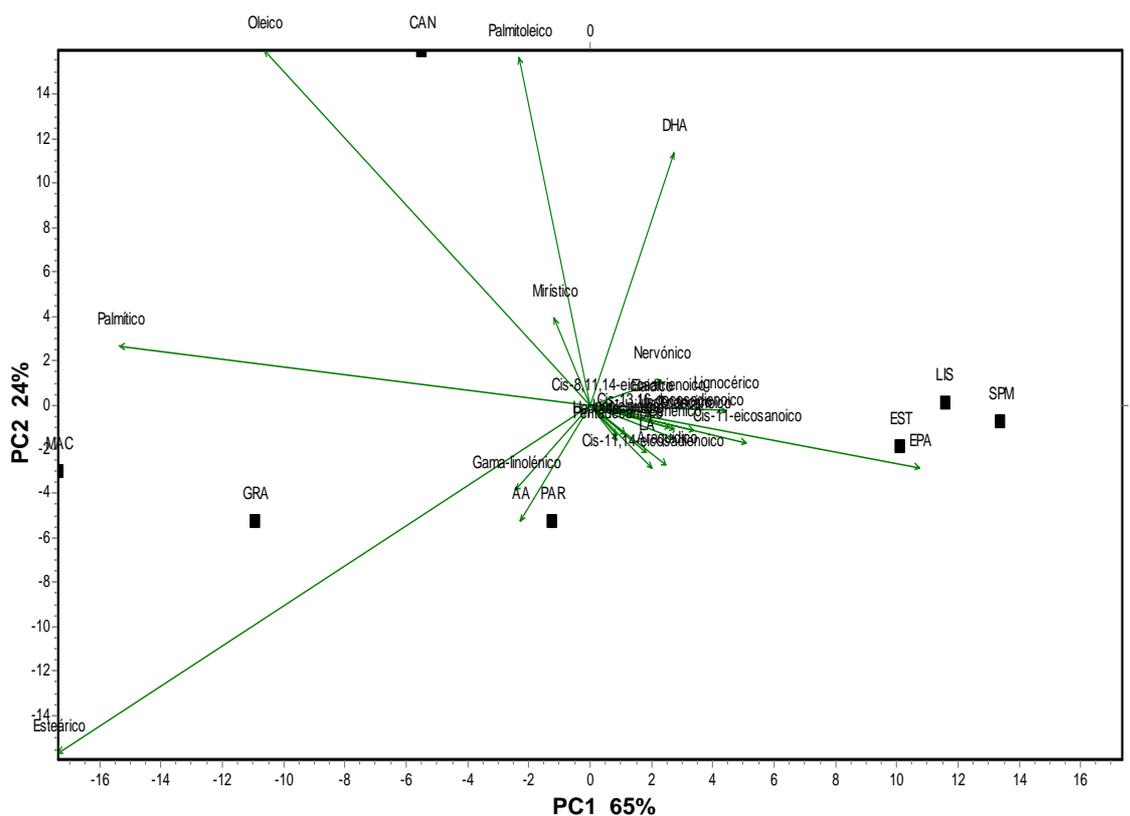
**Figura 15.** Análisis de grupos de las siete colonias con los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma, utilizando la distancia euclidiana y el método de la media no ponderada. La línea vertical representa el punto de referencia para delimitar los grupos. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para determinar la existencia de patrones espaciales, y para complementar los resultados del análisis de grupos, se realizó un análisis de componentes principales, donde se identificaron cinco grupos de colonias: 1) Los Islotes, San Pedro Mártir y San Esteban, 2) Partido, 3) Granito, 4) Machos y 5) Cantiles. El primer componente principal representa el 65% de la variación mientras que el segundo componente principal representa el 24% de la variación, explicando entre ambos el 89% de la variación total (Figura 16).



**Figura 16.** Análisis de componentes principales de las siete colonias utilizando los 24 ácidos grasos más abundantes en el plasma. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para identificar cuales ácidos grasos son los que determinan la ordenación espacial de las colonias, se incluyeron los vectores en el análisis de componentes principales (Figura 17). En esta figura se observa que el ácido 20:1*n*-9 (cis 11 eicosenoico) es el que determina la separación de las colonias de Los Islotes, San Pedro Mártir y San Esteban; el ácido 18:1*n*-9c (oleico), 16:1*n*-7 (palmitoleico) y 22:6*n*-3 (DHA) para Cantiles; el ácido 16:0 (palmítico) para Los Machos; y el ácido 18:0 (esteárico) para Granito.



**Figura 17.** Análisis de componentes principales de las siete colonias mostrando los ácidos grasos (vectores) que determinan la ordenación espacial en el plasma. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Para determinar si existen diferencias significativas en el porcentaje de cada ácido graso entre las siete colonias se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, cuyos resultados se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5.** ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis de los 36 ácidos grasos identificados en el plasma.

Ácidos grasos		H (6, N=74)	P
Nombre común	Fórmula		
<sup>1</sup> Caproico	6:0	35.50658	0.0000 *
<sup>1</sup> Caprílico	8:0	26.80338	0.0002 *
<sup>1</sup> Cáprico	10:0	37.24201	0.0000 *
<sup>1</sup> Undecanoico	11:0	49.30827	0.0000 *
<sup>1</sup> Laurico	12:0	42.61561	0.0000 *
<sup>1</sup> Tridecanoico	13:0	53.01133	0.0000 *
<sup>2</sup> Mirístico	14:0	30.17479	0.0000 *
<sup>1</sup> Miristoleico	14:1	13.75338	0.0325 *
<sup>1</sup> Pentadecanoico	15:0	7.655397	0.2645
<sup>1</sup> Cis 10 pentadecenoico	15:1	23.03629	0.0008 *
<sup>2</sup> Palmitico	16:0	31.28843	0.0000 *
<sup>2</sup> Palmitoleico	16:1n7	21.53712	0.0015 *
<sup>2</sup> Heptadecanoico	17:0	9.291290	0.1579
<sup>1</sup> Cis 10 heptadecenoico	17:1	7.393797	0.2860
<sup>2</sup> Estearico	18:0	37.52166	0.0000 *
<sup>1</sup> Elaídico	18:1n9t	19.80808	0.0030 *
<sup>2</sup> Oleico	18:1n9c	29.29074	0.0001 *
<sup>1</sup> Linoleaídico	18:2n6t	33.02078	0.0000 *
<sup>2</sup> Linoleico (LA)	18:2n6	4.561839	0.6011
<sup>2</sup> Gama linolénico	18:3n6	7.234262	0.2997
<sup>2</sup> Alfa linolénico (ALA)	18:3n3	24.81794	0.0004 *
<sup>1</sup> Araquídico	20:0	28.66841	0.0001 *
<sup>2</sup> Cis 11 eicosenoico	20:1n9	32.59559	0.0000 *
<sup>2</sup> Cis 11,14 eicosadienoico	20:2n6	23.52677	0.0006 *
<sup>2</sup> Cis 11, 14, 17 eicosatrienoico	20:3n3	17.14949	0.0088 *
<sup>2</sup> Cis 8, 11, 14 eicosatrienoico	20:3n6	11.78283	0.0670
<sup>2</sup> Araquidónico (AA)	20:4n6	4.563088	0.6009
<sup>1</sup> Heneicosanoico	21:0	12.71097	0.0479
<sup>1</sup> Behénico	22:0	25.56364	0.0003 *
<sup>2</sup> Eicosapentanoico (EPA)	20:5n3	39.98924	0.0000 *
<sup>2</sup> Erúcico	22:1n9	6.523816	0.3671
<sup>2</sup> Cis 13, 16 docosadienoico	22:2n6	34.81127	0.0000 *
<sup>1</sup> Tricosanoico	23:0	19.89109	0.0029 *
<sup>1</sup> Lignocérico	24:0	46.19431	0.0000 *
<sup>1</sup> Nervónico	24:1n9	35.08501	0.0000 *
<sup>2</sup> Docosahexanoico (DHA)	22:6n3	27.98810	0.0001 *

<sup>1</sup> Ácidos grasos de origen metabólico

<sup>2</sup> Ácidos grasos de origen alimentario

\* Ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias

Del total de 36 ácidos grasos, se identificaron 18 que, de acuerdo al criterio de Iverson et. al. (2004), se originaron probablemente del alimento y 18 que tienen como probable origen el metabolismo del propio individuo. De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, de ese total de 36 ácidos grasos, 27 presentaron diferencias significativas y 9 no presentaron diferencias entre las siete

colonias (Tabla 5). De los 18 ácidos grasos que tienen un probable origen del alimento, 12 presentaron diferencias significativas y 6 no presentaron diferencias entre las siete colonias. De los 18 ácidos grasos que tienen un probable origen del metabolismo, 15 presentaron diferencias y 3 no presentaron diferencias significativas entre las siete colonias (Tabla 5).

Posteriormente se utilizó una prueba de comparaciones múltiples entre grupos (Siegel y Castellan 1998) para determinar diferencias particulares de cada ácido graso entre cada colonia. Del total de 36 ácidos grasos, 25 presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en su concentración entre al menos dos de las siete colonias. Para cada uno de los 36 ácidos grasos se realizaron tablas que indican entre que colonias se encontraron estas diferencias. Estos resultados se presentan en detalle en la sección de apéndices (Apéndice 2).

### **3.3 Diferencias en la concentración de ácidos grasos entre grasa y plasma**

Se encontraron diferencias significativas (prueba de Kruskal-Wallis,  $p < 0.05$ ) en la concentración de ácidos grasos entre grasa y plasma en cada una de las siete colonias reproductivas (Tabla 6).

**Tabla 6.** ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis para determinar diferencias en la

concentración de ácidos grasos entre grasa y plasma en las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Ácidos grasos	Fórmula	LIS P	SPM P	EST P	PAR P	MAC P	GRA P	CAN P
<sup>1</sup> Caprílico	8:0	0.7773	0.3173	-----	0.6957	0.4945	-----	0.0238 *
<sup>1</sup> Cáprico	10:0	0.5501	0.0130 *	0.0081 *	0.5139	0.0341 *	0.0130 *	0.3383
<sup>1</sup> Undecanoico	11:0	0.0010 *	-----	0.0003 *	0.0031 *	0.2150	0.3173	0.0912
<sup>1</sup> Laurico	12:0	0.0002 *	0.0001 *	0.0001 *	0.2481	0.0023 *	0.0001 *	0.5454
<sup>1</sup> Tridecanoico	13:0	0.0011 *	0.0002 *	0.0015 *	0.8927	0.0002 *	0.0001 *	0.0002 *
<sup>2</sup> Mirístico	14:0	0.0011 *	0.0002 *	0.0002 *	0.0003 *	0.0002 *	0.0001 *	0.0002 *
<sup>1</sup> Miristoleico	14:1	0.5152	0.5953	0.0484 *	0.6911	0.0065 *	0.4057	0.0233 *
<sup>1</sup> Pentadecanoico	15:0	0.0632	0.7055	0.5732	0.4529	0.5970	0.1306	0.1509
<sup>1</sup> Cis 10 pentadecenoico	15:1	0.0041 *	0.0015 *	0.6209	0.4446	0.0066 *	0.4436	0.0002 *
<sup>2</sup> Palmítico	16:0	0.0017 *	0.0015 *	0.0092 *	0.6272	0.0010 *	0.8798	0.3258
<sup>2</sup> Palmitoleico	16:1n7	0.0011 *	0.0002 *	0.0001 *	0.0003 *	0.0002 *	0.0002 *	0.0343 *
<sup>2</sup> Heptadecanoico	17:0	0.0507	0.2568	0.5732	0.7573	0.2746	0.0494 *	0.0233 *
<sup>1</sup> Cis 10 heptadecenoico	17:1	0.0010 *	0.0061 *	0.0002 *	0.0003 *	0.0002 *	0.0022 *	0.0002 *
<sup>2</sup> Esteárico	18:0	0.0509	0.6501	0.0242 *	0.0023 *	0.0004 *	0.0025 *	0.0233 *
<sup>1</sup> Elaídico	18:1n9t	0.0507	0.1300	0.5249	0.5619	0.4482	0.0135 *	0.4057
<sup>2</sup> Oleico	18:1n9c	0.0011 *	0.0019 *	0.0001 *	0.0092 *	0.6468	0.0002 *	0.0002 *
<sup>1</sup> Linoleaídico	18:2n6t	0.0126 *	0.0005 *	0.1585	0.5588	0.0383 *	0.0049 *	0.2265
<sup>2</sup> Linoleico (LA)	18:2n6c	0.1931	0.4963	0.0167 *	0.5660	0.0316 *	0.7624	0.0126 *
<sup>2</sup> Gama linolénico	18:3n6	0.5820	0.0205 *	0.0389 *	0.0589	0.0047 *	0.0446 *	0.4497
<sup>2</sup> Alfa linolénico (ALA)	18:3n3	0.1037	0.0272 *	0.1563	0.0181 *	0.0001 *	0.0020 *	0.0002 *
<sup>1</sup> Araquídico	20:0	0.0092 *	0.0025 *	0.0001 *	0.0703	0.1473	0.0007 *	0.0156 *
<sup>2</sup> Cis 11 eicosenoico	20:1n9	0.0509	0.1124	0.0019 *	0.4529	0.0052 *	0.0036 *	0.0065 *
<sup>2</sup> Cis 11,14 eicosadienoico	20:2n6	0.0024 *	0.1508	0.0025 *	0.4529	0.2421	0.9397	0.0102 *
<sup>2</sup> Cis 11, 14, 17 eicosatrienoico	20:3n3	0.1742	0.1975	0.0000 *	0.1059	0.0023 *	0.1455	0.0015 *
<sup>2</sup> Cis 8, 11, 14 eicosatrienoico	20:3n6	0.5121	0.1255	0.0001 *	0.1006	0.0001 *	0.4463	0.0005 *
<sup>2</sup> Araquidónico (AA)	20:4n6	0.0509	1.0000	0.4386	0.6905	0.0264 *	0.4055	0.0002 *
<sup>1</sup> Heneicosanoico	21:0	1.0000	0.4870	0.0169 *	0.0582	0.0023 *	0.0015 *	0.0494 *
<sup>1</sup> Behénico	22:0	0.0170 *	0.0032 *	0.0004 *	0.0851	0.2147	0.2263	0.0284 *
<sup>2</sup> Eicosapentanoico (EPA)	20:5n3	0.0827	0.0284 *	0.0009 *	0.1023	0.0006 *	0.0051 *	0.0102 *
<sup>2</sup> Erúcico	22:1n9	1.0000	0.0191 *	0.1145	0.7900	0.8587	0.6489	0.0413 *
<sup>2</sup> Cis 13, 16 docosadienoico	22:2n6	0.0092 *	0.1598	0.0006 *	0.0844	0.4433	0.0007 *	0.0191 *
<sup>1</sup> Tricosanoico	23:0	0.6597	0.2505	0.0010 *	0.1981	0.0958	0.0001 *	0.8206
<sup>1</sup> Lignocérico	24:0	0.0092 *	0.4480	0.0013 *	0.0017 *	0.0000 *	0.0015 *	0.0233 *
<sup>1</sup> Nervónico	24:1n9	0.0277 *	0.4495	0.0783	0.1451	0.8020	0.0757	0.0002 *
<sup>2</sup> Docosahexanoico (DHA)	22:6n3	0.6644	0.0494 *	0.0031 *	0.0052 *	0.0002 *	0.0017 *	0.0233 *

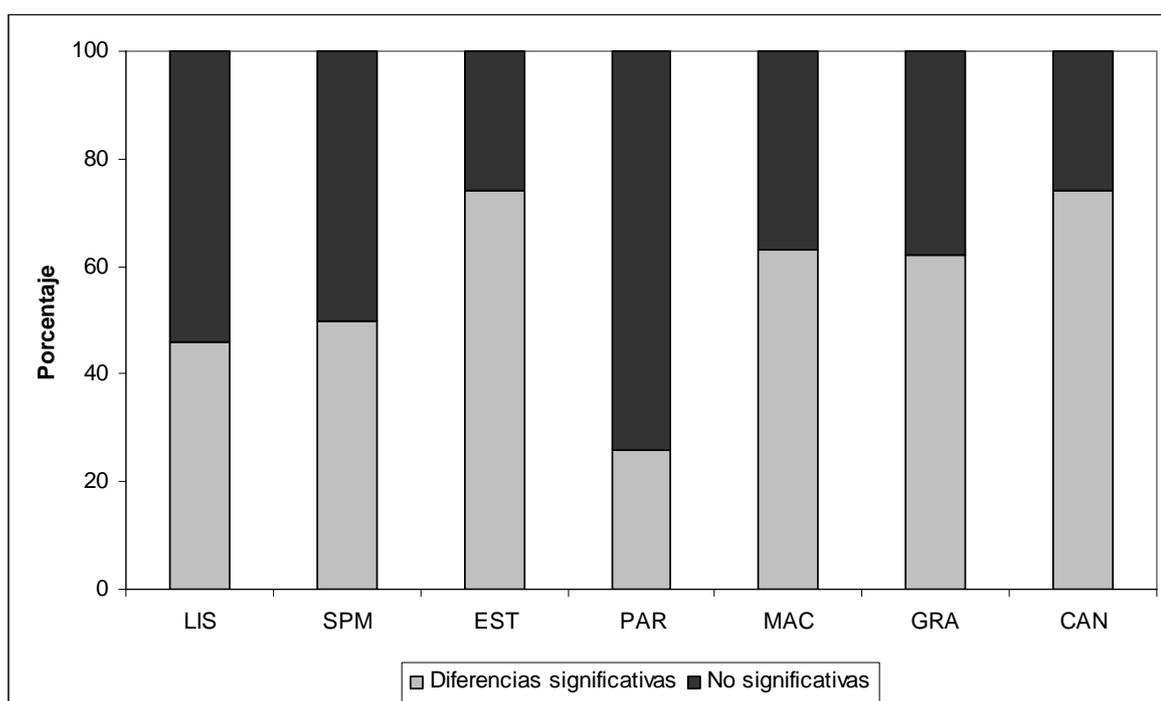
<sup>1</sup> Ácidos grasos de origen metabólico

<sup>2</sup> Ácidos grasos de origen alimentario

\* Ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma

### 3.3.1 Ácidos grasos totales

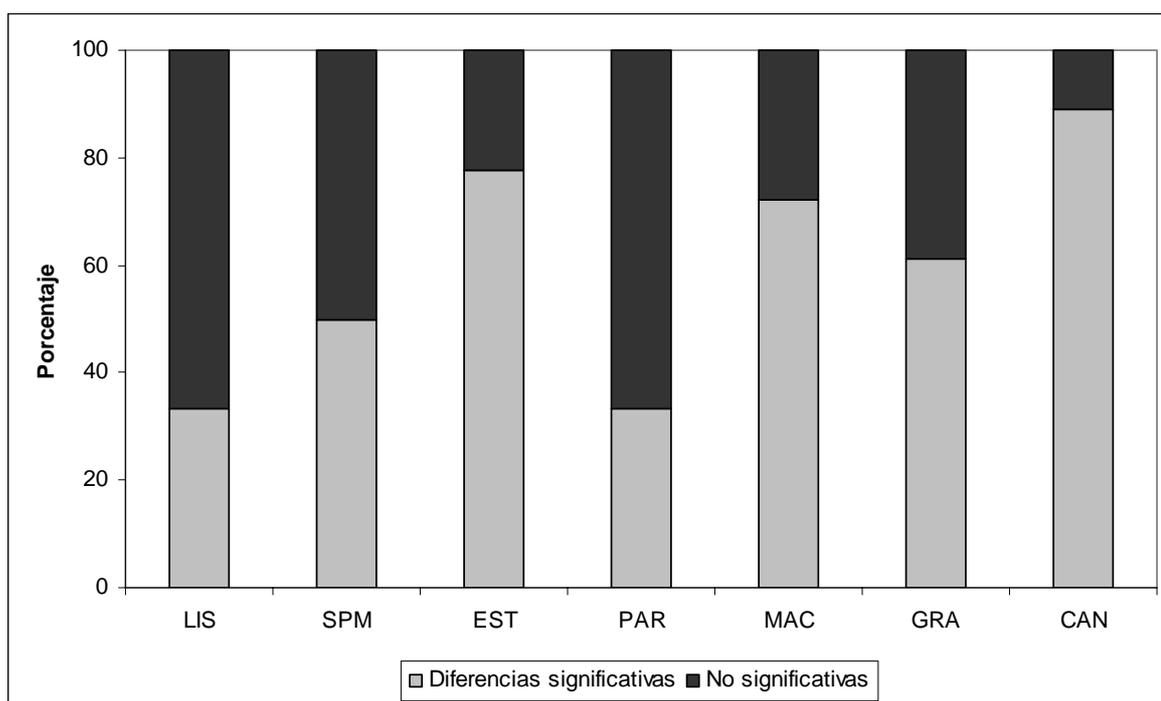
Del total de 35 ácidos grasos comparados entre la grasa y el plasma, la colonia de Partido es la que presentó menos ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma, mientras que las colonias de San Esteban y Cantiles son las que presentan un mayor número de ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma en comparación con el resto de colonias (Figura 18).



**Figura 18.** Porcentaje de ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

### 3.3.2 Ácidos grasos de origen alimentario

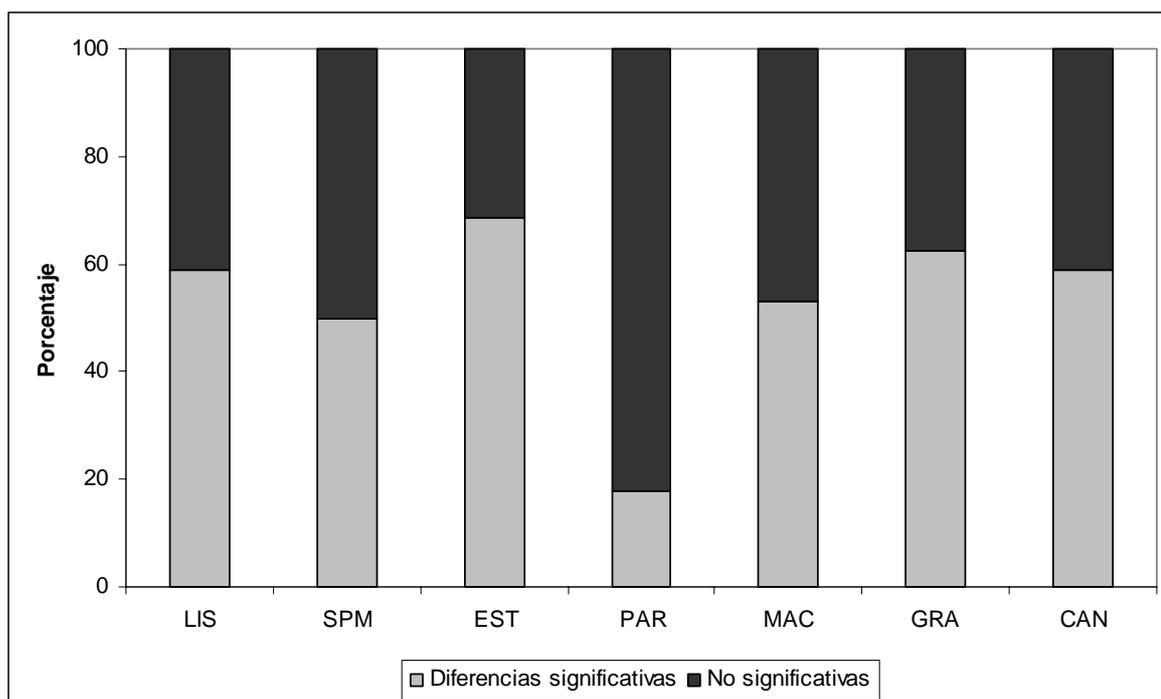
De los 18 ácidos grasos de origen alimentario comparados entre la grasa y el plasma, las colonias de Los Islotes y Partido fueron las que presentaron menos ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma, mientras que las colonias de San Esteban, Los Machos y Cantiles son las que presentan un mayor número de ácidos grasos significativamente diferentes en comparación con el resto de colonias (Figura 19).



**Figura 19.** Porcentaje de ácidos grasos de origen alimentario significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

### 3.3.3 Ácidos grasos de origen metabólico

De los 17 ácidos grasos de origen metabólico comparados entre la grasa y el plasma, la colonia de Partido fue la que presentó menos ácidos grasos significativamente diferentes entre grasa y plasma, mientras que las colonias de Los Islotes, San Esteban, Granito y Cantiles son las que presentan un mayor número de ácidos grasos significativamente diferentes en comparación con el resto de colonias (Figura 20).



**Figura 20.** Porcentaje de ácidos grasos de origen metabólico significativamente diferentes entre grasa y plasma en las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.

Como se observa en la figura 18, más de la mitad del total de 35 ácidos grasos presentan diferencias significativas entre grasa y plasma en casi todas las colonias, excepto en Los Islotes y Partido.

Un resultado similar se observa en la figura 19, donde más de la mitad de los 18 ácidos grasos de origen alimentario presentan diferencias significativas entre grasa y plasma en la mayoría de colonias, excepto nuevamente en Los Islotes y Partido.

En el caso de los ácidos grasos de origen metabólico (figura 20), la colonia de Partido es la única en donde menos de la mitad de ácidos grasos presenta diferencias significativas entre grasa y plasma.

En el resto de colonias aproximadamente la mitad de ácidos grasos de origen metabólico presentan diferencias significativas entre grasa y plasma.

## **4. DISCUSIÓN**

### **4.1 Composición de ácidos grasos en grasa**

#### **4.1.1 Patrón espacial**

En la grasa de las crías de *Z. californianus*, los ácidos grasos analizados presentan un patrón espacial que indica que existen cinco grupos de colonias: 1) un grupo en el sur del Golfo de California que incluye a la colonia de Los Islotes, 2) un grupo en el sur de las grandes islas que incluye a las colonias de San Pedro Mártir y San Esteban, 3) un grupo en el Canal de Ballenas que incluye a la colonia de Los Machos, 4) un grupo ubicado al sur de la isla Ángel de la Guarda que incluye a la colonia de Partido y 5) un grupo ubicado al nor-este de la isla Ángel de la Guarda que incluye a las colonias de Granito y Cantiles (Figura 4).

Estos cinco grupos de colonias se caracterizan por que las colonias que los conforman, comparten entre si concentraciones similares de ciertos ácidos grasos en particular. Además estos grupos podrían indicar que los lobos marinos están explotando zonas con diferentes condiciones oceanográficas o que existen varios sitios de alimentación y/o dependen de regiones diferentes para conseguir su alimento (García 1999, García y Aurióles 2004).

Estudios previos han demostrado la gran variabilidad ambiental y oceanográfica del Golfo de California, que representa un área subtropical con altas tasas de productividad primaria (Roden 1964, Zeitzschel 1969, Álvarez 1983, Santamaría et al. 1994). Roden (1964) menciona que surgencias provocadas por vientos se presentan en la costa oriental del Golfo durante invierno y primavera mientras que en la costa occidental se presentan durante el verano. Datos de temperatura han demostrado que las surgencias se encuentran más desarrolladas y se extienden a mayor distancia en la costa oriental que en la costa occidental (Roden 1964, Robinson 1973). La parte norte del golfo se caracteriza por una fuerte mezcla de mareas, especialmente en la región de las grandes islas (Tiburón y Ángel de la Guarda) (Álvarez 1983). Álvarez et al. (1978) también mencionan que debido a los altos valores en la superficie de nutrientes como fosfatos ( $2 \mu\text{M}$ ) y

nitratos ( $13 \mu\text{M}$ ), las surgencias del Golfo tienen una de las concentraciones más altas de nutrientes en la superficie entre todos los océanos del mundo. En la región cercana a la isla Ángel de la Guarda, Zeitzschel (1969) reporta valores de productividad primaria ( $0.5 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) entre dos a tres veces más altos que en regiones del Océano Pacífico abierto a latitudes similares.

El Golfo de California presenta un gradiente negativo norte-sur en los nutrientes esenciales para el fitoplancton (fosfatos, nitritos, nitratos y silicatos). Esta riqueza de nutrientes tiene un efecto directo sobre el fitoplancton y los siguientes niveles tróficos, que siguen una tendencia similar (Álvarez 1983). Además la costa oriental del Golfo de California presenta altas concentraciones de pigmentos fotosintéticos, asociadas a surgencias inducidas por vientos provenientes del noroeste en el invierno (García y Auriolos 2004).

Analizando el patrón espacial de colonias encontrado en este estudio podemos observar que la colonia de Los Islotes forma un grupo individual, diferente de los otros cuatro grupos. Esto parece tener relación con el aislamiento geográfico de esta colonia, la cual se ubica en el extremo inferior del Golfo de California, separada a 464 km aproximadamente (Auriolos, datos no publicados) de la colonia de San Pedro Mártir, que es la más cercana a esta entre las siete colonias muestreadas en este estudio. A pesar de formar dos grupos distintos, Los Islotes y el grupo de San Pedro Mártir/San Esteban mantienen una estrecha relación precisamente por su mayor cercanía geográfica (en comparación con el resto de colonias), tal como lo confirmó el análisis de grupos. Es probable también que al ubicarse Los Islotes en la parte sur del Golfo, relativamente cerca de la boca del Pacífico, esta colonia se encuentre influenciada tanto por aguas provenientes del Golfo como por aguas provenientes del Pacífico, lo cual le daría a esta colonia características únicas, por lo que esta puede ser otra de las razones para presentar concentraciones de ácidos grasos diferentes del resto de colonias. La colonia de Los Islotes se ubica en una de las 14 regiones biogeográficas propuestas por Santamaría et al. (1994), en la Bahía de La Paz. Estos autores mencionan que esta es una región

separada del resto debido al efecto de las islas en su dinámica y al efecto del intercambio con la laguna costera Ensenada de La Paz.

Los otros dos grupos están formados por colonias muy cercanas entre si. Por un lado, San Pedro Mártir y San Esteban son colonias muy cercanas geográficamente (40.2 km, Auriol datos no publicados), al igual que Granito y Cantiles que están separadas aproximadamente por 16 km de distancia entre si (García 1999). Estas cuatro colonias están ubicadas en una de las regiones biogeográficas propuestas por Santamaría et al. (1994). Según Fu y Holt (1984), esta zona entre las islas Ángel de la Guarda y Tiburón se caracteriza por presentar ondas internas generadas por grandes rangos de mareas (sobre los 4 m). Estas ondas internas pueden afectar la distribución vertical de los nutrientes y el fitoplancton, ocasionando que el agua y el fitoplancton transportados hacia arriba puedan manifestarse inmediatamente como nutrientes y biomasa fitoplanctónica más elevados en la superficie, cuando el agua se mueve desde el fondo de la zona eufótica (Gaxiola et al. 2002). Pero incluso dentro de esta región biogeográfica, otros autores han encontrado diferencias en las concentraciones de clorofila entre la parte norte (valores de clorofila más altos de 3-5, 3-8 y 4-8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  para 0, 5 y 10 m. respectivamente, donde se ubican las colonias de Granito y Cantiles) y la parte sur (valores superficiales de clorofila más bajos de 0.5-0.9  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , donde se ubican las colonias de San Esteban y San Pedro Mártir) de esta región (Gendrop et al. 1978, Álvarez y Gaxiola 1988, Valdéz 1986, Bazán 1990). Estas diferencias en los valores de clorofila entre la parte norte y sur de esta región biogeográfica podrían sugerir la presencia de diferentes especies de fitoplancton en ambas regiones, lo que de alguna manera explicaría las diferencias en las concentraciones de ácidos grasos encontradas entre las colonias del norte (Granito y Cantiles) y las colonias del sur (San Esteban y San Pedro Mártir) de esta región.

De acuerdo a la distribución del fitoplancton, Round (1967) propone la división de las aguas del Golfo de California en cuatro zonas, cada una con su plancton característico. La zona 3, donde se encuentran las colonias de San Esteban y San Pedro Mártir, se caracteriza por una mayor diversidad

y abundancia de diatomeas, en comparación con la zona 4, donde se encuentran las colonias de Granito y Cantiles, que se caracteriza por una menor diversidad y abundancia de diatomeas. Round (1967) también menciona que pocas especies de fitoplancton de la zona 3 extienden su distribución hacia la zona 4.

Existen reportes que indican que la distancia recorrida por el lobo marino en un viaje de alimentación diario en la colonia de Los Islotes es entre 20 a 30 km (Durán 1998, Kuhn et al. 2004). Esto implica que colonias como Granito y Cantiles o San Pedro Mártir y San Esteban se hallan entre si a una distancia similar o menor que la distancia de búsqueda de alimento estimada (30 km), por lo que es de esperar que estas colonias formen grupos que compartan presas similares y por tanto concentraciones de ácidos grasos parecidas.

El grupo que incluye a la colonia de Los Machos está influenciado por las condiciones oceanográficas características del Canal de Ballenas, que son un mayor nivel de mareas que provocan turbulencias, permitiendo la aparición de surgencias que incrementan la productividad en esta zona en particular. El Canal de Ballenas también presenta características hidrográficas únicas como elevadas temperaturas, altas salinidades y altas concentraciones de oxígeno a grandes profundidades (Roden 1964, Álvarez 1983). Adicionalmente, el Canal de Ballenas se diferencia del resto del golfo por sus mayores niveles de concentración de pigmentos, la permanencia de estos niveles a lo largo del año y sus características particulares de configuración batimétrica y oceanográfica (Badán et al. 1985). Estas condiciones hacen del Canal de Ballenas uno de los sitios más importantes para la distribución de la sardina del Pacífico durante el verano (García y Auriol 2004). De acuerdo a Santamaría et al. (1994) y Roden (1964), una cordillera submarina aísla al Canal de Ballenas de la parte central del Golfo, de tal manera que el intercambio de aguas (y un probable flujo de nutrientes) entre el Canal de Ballenas y la parte sur del Golfo se encuentra limitado solamente a aguas superficiales. Esta podría ser una explicación del porque la colonia de Los Machos aparece aislada del resto de colonias, aunque sus concentraciones de ácidos grasos se

parezcan más a la colonia de Partido, y tengan más relación con las concentraciones de las colonias ubicadas al sur de las grandes islas (San Pedro Mártir y San Esteban) que con las colonias ubicadas al norte de las grandes islas (Cantiles y Granito).

La colonia de Partido, que forma el último grupo, por su ubicación en el extremo sur de la isla Ángel de la Guarda aparentemente se encuentra influenciada por las condiciones oceanográficas del Canal de Ballenas y de la región de las grandes islas (Santamaría et al. 1994). Sin embargo, según el análisis de grupos, tanto Los Machos como Partido son colonias que mantienen una similitud en la composición y concentración de ciertos ácidos grasos.

A pesar que la variabilidad espacial de las colonias de *Z. californianus* encontradas en este estudio coincide en su gran mayoría con la regionalización propuesta por Santamaría et al. (1994), la única región que no lo hace es la que se encuentra entre las islas Ángel de la Guarda y Tiburón donde se distribuyen las colonias de Granito, Cantiles, San Esteban y San Pedro Mártir. Sin embargo, el patrón espacial de estas cuatro colonias en este estudio coincide mejor con la regionalización basada en la distribución del fitoplancton propuesta por Round (1967), en la que conecta el Canal de Ballenas con la región al sur de las grandes islas (lo que implicaría un posible flujo de nutrientes desde el Canal de Ballenas hacia el sur de las grandes islas), por lo que la relación cercana entre Los Machos y Partido y la relación más lejana entre Los Machos y San Esteban/San Pedro Mártir (encontradas en este estudio) tendría más sentido si consideramos que gran parte de los ácidos grasos que circulan en la red trófica han sido sintetizados por las células fitoplanctónicas (Aurioles et al. 2004) y si tomamos en cuenta que el Canal de Ballenas y el sur de las grandes islas podrían compartir especies de fitoplancton similares o ciertos organismos similares que se alimenten de ese fitoplancton. De hecho, de acuerdo a la zonificación propuesta por Round (1967), las colonias de Los Machos, Partido, San Esteban y San Pedro Mártir se encuentran ubicadas en una misma zona, lo cual confirma la presencia de especies de fitoplancton similares en estas cuatro colonias.

Por otra parte, el patrón espacial de las colonias encontrado en este estudio es muy similar al encontrado por Porras (2004) con base en isótopos estables de nitrógeno y carbono. Porras (2004) encuentra dos grandes grupos de colonias: el primero formado por las colonias ubicadas al norte de la región de las grandes islas (Cantiles y Granito) y un segundo grupo formado por las colonias ubicadas al sur de la región de las grandes islas (San Pedro Mártir, San Esteban, Partido y Los Machos), quedando separada de ambos grupos la colonia de Los Islotes. Una observación para tomar en cuenta es que los datos de isótopos estables que utilizó Porras (2004) fueron obtenidos del pelo de las mismas crías utilizadas en este estudio, en el verano del 2000, por lo que el análisis de ácidos grasos confirma los resultados encontrados por Porras y además propone también un nuevo subgrupo al descrito por esta autora. Es decir, mientras el análisis de isótopos estables sugirió la existencia de un grupo ubicado al sur de la región de las grandes islas en el que se encontraban cuatro colonias (San Pedro Mártir, San Esteban, Partido y Los Machos), el análisis de ácidos grasos divide a este grupo en tres subgrupos: 1) San Pedro Mártir y San Esteban, 2) Partido y 3) Los Machos. Estos resultados podrían reflejar que el análisis de ácidos grasos es una herramienta más sensible que el análisis de isótopos estables, particularmente en este tipo de investigaciones de variabilidad espacial.

De igual manera el patrón espacial entre colonias encontrado en este estudio es muy parecido al reportado por García y Auriolos (2004) con excretas. Ellos encuentran cuatro grupos de colonias principales: uno ubicado al sur de las grandes islas (San Pedro Mártir, San Esteban y El Rasito), otro en el Canal de Ballenas (Los Machos), otro ubicado al norte de las grandes islas (Los Cantiles e Isla Lobos), y un último grupo también ubicado al norte de las grandes islas (Granito). Si bien no todas las colonias muestreadas por García y Auriolos (2004) son las mismas muestreadas en este estudio (Rasito e Isla Lobos no fueron muestreadas en este estudio mientras que Los Islotes y Partido no fueron muestreadas en el estudio de García y Auriolos), las cinco colonias que si se repiten entre ambos estudios presentan el mismo patrón espacial.

Esta similitud de resultados entre el análisis de ácidos grasos (este estudio) y los análisis de isótopos estables (Porras 2004) y excretas (García y Auriolos 2004) apoya la hipótesis de una zonificación o regionalización de las colonias de *Z. californianus* dentro del Golfo de California y además confirma la importancia del estudio de ácidos grasos como una buena herramienta para determinar la variabilidad espacial entre colonias del lobo marino. Sin embargo, cabe mencionar que estudios previos con excretas en *Z. californianus* han encontrado diferencias en la dieta entre colonias tan cercanas como San Pedro Mártir y San Esteban o Cantiles y Granito (Sánchez 1992, Bautista 2000, García 1999, García y Auriolos 2004), por lo que el estudio de ácidos grasos también puede ser utilizado como un análisis complementario de resultados obtenidos con excretas.

Existe la posibilidad de que las diferencias en las concentraciones de ácidos grasos entre colonias encontradas en este estudio sean el reflejo de diferencias en los hábitos y componentes alimentarios de los lobos marinos de distintas localidades, si tomamos en cuenta que el patrón de ácidos grasos de la grasa de un pinnípedo puede considerarse como una firma que debe reflejar una integración de los perfiles de ácidos grasos de las presas principales en la dieta (Smith et al. 1997).

García y Auriolos (2004) concluyen que la dieta del lobo marino en el Golfo de California está influenciada por la disponibilidad y abundancia de sus presas.

En los Islotes las presas más importantes son *Aulopus bajacali*, serrano ojón (*Pronotogrammus eos*), serrano boga (*Pronotogrammus multifasciatus*) y mero manchado (*Hemanthias* sp.) (Auriolos et al. 1994 y García 1995).

Los peces linterna (familia Myctophidae) están entre las presas más importantes en colonias que se encuentran al sur de las grandes islas como San Pedro Mártir y San Esteban y esto puede deberse a la ausencia en esta región de presas como la sardina o la anchoveta (García y Auriolos 2004).

La sardina del Pacífico (*Sardinops caeruleus*), una de las presas principales del lobo marino, se encuentra en altas concentraciones en los alrededores de las islas Ángel de la Guarda y Tiburón en verano, mientras que en invierno se distribuye a lo largo de la costa del sur de Sonora, donde se

produce la eclosión de sus huevos. Aparentemente esta especie, junto con la macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*), constituyen recursos de gran importancia para las colonias de lobos marinos que se ubican en la región del Canal de Ballenas y sur de la isla Ángel de la Guarda como Los Machos y Partido (García y Aurióles 2004).

En las colonias que se encuentran al noreste de las grandes islas como Cantiles y Granito, las presas más importantes son el pez sable (*Trichiurus lepturus*), la anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) y el pez sapo (*Porichthys* sp.) (Sánchez 1992, Bautista 2000, García y Aurióles 2004).

Esta variabilidad en la importancia de ciertas presas entre las diferentes colonias podría explicar de alguna manera las diferencias que se encontraron en los perfiles de ácidos grasos. Además probablemente existen diferencias en los sitios de alimentación de los lobos marinos e incluso estas áreas de alimentación pueden presentar variaciones estacionales y anuales en la disponibilidad y abundancia de presas (García y Aurióles 2004). Estas variaciones también podrían verse reflejadas en las diferencias entre perfiles de ácidos grasos entre colonias encontradas en este estudio.

#### **4.1.2 Relación entre los ácidos grasos y la alimentación**

Los organismos marinos presentan una gran diversidad de ácidos grasos, incluyendo altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, que se originan a partir del fitoplancton unicelular y algas marinas (Ackman 1980).

Varios estudios han demostrado que patrones específicos de ácidos grasos pasan de la presa al depredador desde la base de la red alimenticia y que la composición de ácidos grasos del zooplancton influencia directamente la composición de ácidos grasos de la grasa de las ballenas barbadas (Hooper et al. 1973, Graeve et al. 1994, Navarro et al. 1995, St. John y Lund 1996, Kirsch et al. 1998).

Muchos ácidos grasos presentes en los tejidos del depredador pueden proveer información acerca de la dieta, pero algunos ácidos grasos proveen información menos directa que otros, debido

principalmente a sus características de depositación y a su habilidad para ser sintetizados (Iverson 1993, Iverson et al. 2004).

Los ácidos grasos de cadena corta o media (menos de 14 carbonos) que se encuentran en el tejido adiposo del depredador, solamente pudieron originarse de la biosíntesis debido a que si estos ácidos grasos hubiesen sido consumidos en la dieta, no hubiesen podido ser oxidados inmediatamente (Jackson 1974).

Los ácidos grasos con dobles enlaces  $n-3$  o  $n-6$  generalmente se originan de la dieta y son clasificados como esenciales. Ácidos como el  $18:2n-6$  (linoleico) y el  $20:4n-6$  (AA) son incorporados en los fosfolípidos de la membrana celular y tienen una importante función estructural y funcional. La deficiencia de estos ácidos grasos puede provocar daños en la función de la membrana celular (Castro et al. 2003).

Ácidos grasos como el  $20:3n-6$  (8, 11, 14 eicosatrienoico) y  $20:4n-6$  (araquidónico) son obtenidos de la carne y la grasa animal, mientras que el  $20:5n-3$  (EPA) se lo obtiene de la carne de pescado (Hodgson y Wahlqvist 1998, Castro et al. 2003). Precisamente el EPA es uno de los ácidos grasos más abundantes tanto en grasa como en plasma en este estudio, confirmando que *Z. californianus* tiene una gran preferencia por los peces en su dieta.

Otros ácidos grasos se originan de una combinación entre dieta y biosíntesis, como por ejemplo el  $14:1n-5$  (miristoleico) que es producido principalmente de la biosíntesis pero también se lo encuentra en las presas (Iverson 1993, Iverson et al. 1995, Iverson et al. 2004). Otros como el  $16:0$  (palmítico),  $16:1n-7$  (palmitoleico),  $18:0$  (esteárico) y  $18:1n-9$  pueden provenir hasta cierto punto de la biosíntesis en el depredador, pero también son indicativos de diferencias en las presas (Iverson 1993, Iverson et al. 2001, Iverson et al. 2004). Inclusive algunos ácidos grasos encontrados a niveles bajos o traza pueden no estar identificados correctamente debido a una separación mínima entre picos cercanos (por ejemplo  $18:1n-11$  de  $18:1n-9$ ), por lo que su detección en los cromatogramas puede resultar un inconveniente. Por esta razón los ácidos grasos que presentan

niveles bajos en los tejidos del depredador pueden ser removidos de los análisis posteriores si es necesario (Iverson et al. 2004).

En carnívoros, los ácidos grasos de la leche se originan principalmente de la ingestión directa de la dieta (Iverson et al. 2004). Debido a que no fue posible recolectar muestras de leche, una de las suposiciones de este estudio es que la composición de ácidos grasos del tejido adiposo de las crías de *Z. californianus* se asemejará a aquella de la dieta de su madre a través de un consumo “indirecto”. También se han reportado grandes similitudes entre la composición de ácidos grasos de la leche y la grasa en algunas especies de focas, debido a la falta de síntesis nueva de los ácidos grasos de la leche en carnívoros (Iverson 1993, Brown et al. 1999, Best et al. 2003, Iverson et al. 2004).

De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio podemos concluir que la mayor variación en la concentración de ácidos grasos de la grasa entre colonias proviene de aquellos de origen alimentario (15 de 21 ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias), mientras que los ácidos grasos de origen metabólico presentaron una menor variación (6 de 21 ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias). Esto constituye un soporte para sugerir que las diferencias entre los ácidos grasos de la grasa de las colonias analizadas están relacionadas con diferencias en los componentes alimentarios para cada una de ellas, es decir, que los lobos marinos de cada colonia se podrían estar alimentando de diferentes presas, lo cual apoya la hipótesis de una partición de recursos dentro de las colonias de *Z. californianus* en el Golfo de California.

Esta hipótesis había sido reportada previamente en trabajos de investigación realizados con excretas e isótopos estables (García y Aurióles 2004, Porras 2004).

El ácido 18:1n-9c (oleico) fue el más abundante en la grasa de las crías de *Z. californianus* en este estudio. En general, los carnívoros se caracterizan por tener niveles altos de este ácido graso (Graeve et al. 1997).

Otros ácidos grasos abundantes en este estudio fueron el 16:0 (palmítico), 16:1 $n$ -7 (palmitoleico) y 22:6 $n$ -3 (DHA). Estos cuatro ácidos grasos (incluido el oleico) han sido reportados como abundantes en trabajos realizados con otras especies de pinnípedos como el lobo fino de Sudamérica (*Arctocephalus australis*), foca de puerto (*Phoca vitulina*), foca gris (*Halichoerus grypus*), elefante marino del sur (*Mirounga leonina*) y lobo fino de Cabo (*Arctocephalus pusillus pusillus*) (Grompone et al. 1990, Iverson et al. 1997b, Walton et al. 2000, Best et al. 2003, Arnould et al. 2005).

Iverson et al. (2004) encontraron que ácidos grasos como el 14:1 $n$ -5 (miristoleico) y el 17:1 (cis 10 heptadecenoico) presentan concentraciones muy bajas en focas grises (*Halichoerus grypus*) y focas arpa (*Phoca groenlandica*). Estos mismos ácidos grasos presentan también concentraciones bajas en este estudio con *Z. californianus* ( $\leq 1\%$  del total de ácidos grasos).

El total de ácidos grasos saturados (43%) y monoinsaturados (26%) encontrados en este estudio es totalmente diferente del reportado previamente para la grasa del lobo fino de Sudamérica (26% y 43%, respectivamente), para la grasa de foca gris y elefante marino del sur (15-20% y 48-73%, respectivamente) y para la grasa del lobo fino de Cabo (22-24% y 41-44%, respectivamente). Por el contrario, el total de ácidos grasos poliinsaturados (31%) encontrados en este estudio es similar al reportado para el lobo fino de Sudamérica (31%), para la foca gris (32-34%) y para el lobo fino de Cabo (35-36%), aunque es superior en comparación con el del elefante marino del sur (13-16%) (Grompone et al. 1990, Walton et al. 2000, Best et al. 2003, Arnould et al. 2005).

De acuerdo a Iverson et al. (1997b, 2004), esta variación en la composición de ácidos grasos entre especies puede ser el resultado de diferencias en el tipo de presas o en los patrones de movilización y depositación de lípidos.

Gurr y Harwood (1991) mencionan que la grasa de peces y mamíferos marinos se caracteriza por ser rica en ácidos grasos poliinsaturados, especialmente de la familia  $n$ -3, lo cual es consistente con

el alto porcentaje de este tipo de ácidos grasos (mayor inclusive que el porcentaje de monoinsaturados) encontrado en este estudio en la grasa de las crías de lobo marino.

#### **4.1.3 Conducta y estrategias alimenticias en pinnípedos**

Estudios previos han demostrado que la dieta de muchos pinnípedos varía estacionalmente y/o geográficamente (Fea et al. 1999, Hume et al. 2004) y está estrechamente ligada a la distribución de sus presas y su abundancia (Harcourt et al. 2002, García y Auriolos 2004).

Variaciones estacionales, interanuales o regionales en la composición de la dieta de los pinnípedos pueden reflejar fluctuaciones en la abundancia y distribución de sus presas. Las diferencias en presas consumidas entre diferentes regiones pueden reflejar también diferencias en preferencias de alimento entre los grupos de edad y sexo que habitan las diferentes colonias (Hume et al. 2004).

En especies que viven en colonias, los individuos que buscan alimento y tienen crías que dependen de ellos, generalmente se concentran alrededor de un sitio central, lo cual puede causar un agotamiento local de los recursos (Chapman 1961, Ashmole 1963, Lewis et al. 2001). Por esta razón existen animales que se dispersan lejos de la colonia para alimentarse, pero estos deben obtener una compensación debido al incremento en sus costos de viaje. El premio es ser capaces de encontrar recursos (presas) menos agotados a mayores distancias. Sin embargo, esta hipótesis puede ser correcta solamente si los grupos de animales se alimentan en áreas discretas (Hamilton et al. 1967, Schoener 1971), lo cual podría ser el caso de las colonias reproductivas de *Z. californianus* dentro del Golfo de California.

Se ha hipotetizado que aves marinas pelágicas en reproducción, de colonias vecinas, deben alimentarse en aguas más cercanas a su propia colonia que a cualquier otra, formando zonas no solapadas que están limitadas por la línea de equidistancia entre sitios (Furness y Birkhead 1984, Cairns 1989).

La fidelidad de los individuos a ciertas áreas de alimentación puede ser la causa principal de separación de estas áreas entre sitios reproductivos si las características de las áreas de alimentación

locales permiten a los animales localizar zonas productivas de alimentación en viajes sucesivos (Charnov et al. 1976, Davies y Houston 1978, Andersson 1981).

Estudios recientes de telemetría en pinnípedos y aves marinas han demostrado esta fidelidad hacia ciertas áreas de alimentación entre individuos de un mismo sitio (Boyd et al. 1998, Irons 1998, Bonadonna et al. 2001, Hamer et al., 2001, Hedd et al. 2001). La fidelidad a sitios de alimentación también ha sido descrita en el lobo marino de Steller (*Eumetopias jubatus*) (Merrick y Loughlin 1997), elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*) (Stewart y DeLong 1995) y foca gris (*Halichoerus grypus*) (Sjoberg y Ball 2000).

Se han reportado también áreas de alimentación específicas para cada colonia en el albatros tímido (*Thalassarche cauta*) y lobo fino de Antártica (*Arctocephalus gazella*) (Brothers et al. 1998, Boyd et al. 2002). Además en *M. angustirostris* y *A. gazella* se ha determinado que existe una separación del hábitat sea por sexo o por sitio reproductivo (LeBoeuf et al. 2000, Boyd et al. 2002).

En el lobo fino del norte (*Callorhinus ursinus*) se ha observado que hembras lactantes de un mismo sitio comparten un área de alimentación en común y que hembras de sitios de reproducción diferentes tienden a alimentarse en áreas y dominios hidrográficos separados (Robson et al. 2004).

En el caso del lobo marino de California, Hernández (2001) menciona una marcada filopatría de ambos sexos en la colonia de Los Islotes, además de una alta fidelidad al sitio.

De acuerdo a Orians y Pearson (1979), las hembras de pinnípedos que presentan períodos alternantes de amamantamiento y alimentación exhiben un comportamiento de alimentación en un sitio central, lo que las conduce a áreas de alimentación donde consumen peces pelágicos y cefalópodos (Gentry 1998).

Las características oceanográficas físicas y batimétricas, además de concentrar a las presas en espacio y tiempo, también proveen un medio de navegación para animales que se alimentan y viajan dentro de un ambiente marino tridimensional. Además se ha observado que depredadores marinos

como los pinnípedos se alimentan en asociación con estas características (Boyd et al. 1994, Sinclair et al. 1994, Hull et al. 1997, Loughlin et al. 1999, Polovina et al. 2000, Swartzman y Hunt 2000).

Robson et al. (2004) encontraron que es probable que las hembras de *Callorhinus ursinus* recuerden la orientación de viajes de alimentación previos y se desplacen en una dirección similar en viajes posteriores. Además su estudio sugiere que las hembras inician su viaje en una dirección conocida y se desplazan a lo largo de un sendero relativamente lineal con escalas para alimentarse a lo largo del recorrido.

Una explicación para este desplazamiento direccional observado en los sitios reproductivos es que los pinnípedos inician un viaje de alimentación de manera consistente con la orientación general del sitio (Robson et al. 2004).

Actualmente se conoce que *A. gazella* en la isla de Georgia del Sur tiende a alimentarse a lo largo de una posición que se ubica perpendicular a la línea de costa y al margen de la plataforma continental, dando como resultado áreas de alimentación específicas para cada colonia, determinadas por el gradiente batimétrico local (Boyd et al. 2002). Otra colonia de la misma especie ubicada en el archipiélago de Kerguelen parece tener una memoria a nivel colectivo de zonas de alimentación específicas de cada sitio integrada con una memoria a nivel individual de parches de presas explotados durante viajes sucesivos (Bonadonna et al. 2001).

En general, los patrones de alimentación específicos de un sitio parecen indicar que las rutas de alimentación de los individuos están probablemente influenciadas por una combinación de estructura del hábitat local (batimetría o frentes oceanográficos) y experiencias previas de alimentación (Robson et al. 2004).

La filopatría en pinnípedos puede promover una tendencia a separar áreas de alimentación, llevando a una persistencia de estos patrones a través de las generaciones (Baker et al. 1995). La fidelidad a un sitio tradicional de reproducción tiene una ventaja selectiva porque reúne a ambos sexos en un

tiempo y un lugar donde se presentan condiciones favorables para la crianza exitosa de la descendencia (Stirling 1983, Baker et al. 1995).

Desde un punto de vista evolutivo, es probable que el uso persistente de un área de alimentación coincida con la fidelidad a un sitio de reproducción. El repetir un patrón de alimentación exitoso puede ser ventajoso para los pinnípedos de un sitio reproductivo particular, si este les proveyó de un recurso alimentario predecible estacionalmente a través de las generaciones (Robson et al. 2004).

Basándose en estas consideraciones, Robson et al. (2004) concluyen que los patrones de comportamiento que determinan la distribución de un depredador tope pueden también reflejar la estructura trófica y física del ecosistema marino.

De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio podemos suponer que los lobos marinos de las colonias de San Esteban y San Pedro Mártir podrían estar compartiendo zonas de alimentación similares, al igual que aquellos de las colonias de Cantiles y Granito. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, estudios con excretas han encontrado diferencias en la dieta entre estas colonias tan cercanas geográficamente (Sánchez 1992, García 1999, Bautista 2000, García y Aurióles 2004), por lo que los lobos marinos no necesariamente deben estar alimentándose en las mismas zonas pero si alimentándose en zonas adyacentes con una composición relativamente similar de presas.

Por el contrario, los lobos marinos de la colonia de Los Machos al parecer poseen zonas de alimentación exclusivas para esta colonia en la región del Canal de Ballenas. Un caso similar es el de los individuos de la colonia de Partido (ubicada al extremo sur de la isla Ángel de la Guarda) que aparentemente poseen zonas de alimentación diferentes de los individuos de Los Machos, pero mantienen un grado de semejanza en la composición de ácidos grasos entre si, lo que podría sugerir una composición relativamente similar de presas en ambas regiones y/o una preferencia por presas en común. De hecho, Porras (2004) encuentra que *Sardinops sagax* y *Scomber japonicus* son presas características de los lobos marinos de la colonia de Partido, mientras que García y Aurióles (2004)

encuentran estas mismas presas dentro de la dieta de los lobos marinos de la colonia de Los Machos.

En el caso de Los Islotes es su aislamiento geográfico en el extremo sur del Golfo lo que determina que sus individuos se alimenten en zonas con una composición de presas muy distinta al resto de las demás colonias.

## **4.2 Composición de ácidos grasos en plasma**

### **4.2.1 Patrón espacial**

El patrón espacial del plasma parece indicar la existencia en general de dos grandes grupos de colonias dentro del Golfo de California: el primero formado por las colonias de Los Islotes, San Pedro Mártir y San Esteban al sur de las grandes islas; y el segundo formado por las cuatro colonias restantes (Los Machos, Partido, Granito y Cantiles) al norte de las grandes islas, incluyendo el Canal de Ballenas (Figura 15). Sin embargo, aparte del grupo formado por Los Islotes, San Pedro Mártir y San Esteban, los ácidos grasos del plasma no parecen indicar un patrón espacial definido. El resto de las colonias parecen no tener relación entre sí, ubicándose cada una como un grupo individual y diferente del resto, con excepción de Los Machos y Granito que podrían tener una relación un poco más cercana.

Aún así, los resultados del plasma no parecen tener mucha concordancia con la ubicación geográfica y la distancia entre colonias e incluso hasta cierto punto contradicen el patrón espacial observado en la grasa de las crías. Por un lado agrupa a Los Islotes junto a San Pedro Mártir y San Esteban cuando en la grasa se había encontrado que Los Islotes formaba un grupo aparte, aunque sí mantenía una relación cercana con esas dos colonias. Por otro lado agrupa a Los Machos con Granito, cuando en la grasa Los Machos tenía una relación más estrecha con Partido (a pesar de formar dos grupos distintos) y Granito formaba un grupo junto con Cantiles. En el plasma, Granito y Cantiles presentan una relación muy lejana entre sí.

Esta diferencia de resultados en el patrón espacial de las colonias entre grasa y plasma nos lleva a pensar en las características de ambos tejidos, las cuales podrían explicar de alguna manera estos resultados un tanto contradictorios.

En focas de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) en ayuno se han encontrado niveles de triglicéridos muy bajos en el suero, mientras que una vez que estas focas se alimentan, los niveles de triglicéridos en el suero aumentan considerablemente (Puppione 1983). Rea et al. (1997) también reportan cambios significativos en la composición de ácidos grasos del plasma en focas de Weddell durante tres diferentes periodos de nutrición de las crías. Estos antecedentes sugieren que el suero y el plasma son tejidos circulantes (torrente sanguíneo) que cambian constantemente su composición y concentración de ácidos grasos, dependiendo si el animal se ha alimentado o no. Por el contrario, la grasa es un tejido de reserva que almacena triglicéridos para utilizarlos cuando el animal los necesite como fuente de energía (en caso de ayuno) (Iverson et al. 1995, Iverson et al. 2001, Iverson et al. 2004), por lo tanto es un tejido que muestra una mayor estabilidad en su composición y concentración de ácidos grasos con respecto al plasma.

Teniendo en cuenta estas diferencias entre grasa y plasma, es lógico pensar que la concentración de un ácido graso que forme parte del plasma variará, en mayor o menor grado, una vez que pase a formar parte de las reservas de grasa del individuo por lo que no es una sorpresa que en este estudio se hayan encontrado grandes diferencias en las concentraciones de un mismo ácido graso entre ambos tejidos.

La mayoría de ácidos grasos presentaron diferencias significativas en su concentración entre grasa y plasma, en por lo menos una de las siete colonias. Sin embargo, existieron algunos ácidos grasos que no presentaron diferencias significativas en su concentración entre ambos tejidos por lo que al parecer la variación en la concentración de ciertos ácidos grasos podría depender de sus tasas de depositación en los tejidos y de una biosíntesis diferencial (Iverson 1993, Iverson et al. 1995,

Iverson et al. 2004). El ácido 15:0 (pentadecanoico) fue el único que no varió su concentración entre grasa y plasma en ninguna de las siete colonias.

En el caso de los ácidos grasos de origen alimentario, estas diferencias presentaron una gran variación entre las siete colonias (desde 33% en Los Islotes hasta 89% en Cantiles), lo cual podría sugerir diferentes componentes alimentarios para cada localidad y también cambios significativos en la concentración de cada ácido graso al pasar del plasma hacia la grasa.

Los ácidos grasos de origen metabólico presentaron una mayor estabilidad en sus diferencias significativas entre grasa y plasma en las siete colonias (exceptuando Partido, desde 50% en San Pedro Mártir hasta 69% en San Estéban). Esto podría sugerir que la concentración de aproximadamente la mitad de ácidos grasos de origen metabólico no presenta grandes variaciones al pasar del plasma hacia la grasa.

Esta mayor variación de los ácidos de origen alimentario con respecto a los de origen metabólico es de esperar si tomamos en cuenta que ambos tipos presentan diferencias en sus tasas de depositación y en su biosíntesis (Iverson 1993, Iverson et al. 1995, Iverson et al. 2004).

Al no observar un patrón espacial muy definido en los resultados del plasma y considerando las características variables de ese tejido, en este estudio se ha tomado en cuenta como punto de referencia el patrón espacial de la grasa debido a que nos está proporcionando resultados consistentes con la ubicación geográfica y la distancia entre colonias, y además porque la grasa parece ser un tejido más estable que el plasma en cuanto a su composición de ácidos grasos.

#### **4.2.2 Relación entre los ácidos grasos y la alimentación**

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que la mayor variación en la concentración de ácidos grasos del plasma entre colonias proviene de aquellos de origen metabólico (15 de 27 ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias), mientras que los ácidos grasos de origen alimentario explican una menor variación (12 de 27 ácidos grasos significativamente diferentes entre las siete colonias).

Los ácidos 16:0 (palmítico), 18:0 (esteárico), 18:1*n*-9c (oleico), 20:4*n*-6 (araquidónico), 20:5*n*-3 (EPA) y 22:6*n*-3 (DHA) son los más abundantes en el plasma de las crías de *Z. californianus* en este estudio. De estos, tres ácidos (16:0, 18:1*n*-9c y 22:6*n*-3) coinciden al ser los más abundantes también en la grasa de las crías. Al igual que en la grasa, el ácido 18:1*n*-9c fue el más abundante en el plasma de las crías.

Los ácidos 18:0 (esteárico), 18:1*n*-9c (oleico), 18:2*n*-6 (LA), 20:4*n*-6 (AA), 20:5*n*-3 (EPA) y 22:6*n*-3 (DHA) son particularmente abundantes en el plasma de las crías de focas de Weddell, especialmente durante el periodo de amamantamiento (Rea et al. 1997). Estos seis ácidos grasos también son abundantes en el plasma de las crías de *Z. californianus* en este estudio.

Castro et al. (2003) realizaron un estudio de ácidos grasos en el plasma de las crías de *Z. californianus* en la colonia de Los Islotes, encontrando que los ácidos más abundantes eran el 20:3*n*-6 (cis 8, 11, 14 eicosatrienoico), 15:0 (pentadecanoico), 22:6*n*-3 (DHA) y 18:1*n*-9t (elaídico). De estos 4 ácidos grasos, solamente el DHA coincide entre los más abundantes con este estudio, mientras que los tres restantes fueron poco abundantes en este estudio. Esta variación en la concentración y abundancia de ácidos grasos entre un año y otro podría significar que existen diferencias temporales en la ingestión y abundancia de ciertas presas de *Z. californianus* en esta colonia en particular.

Castro et al. (2003) encontraron también una abundancia muy elevada e inusual del ácido 18:1*n*-9t, mientras que en este estudio este ácido presentó una abundancia muy reducida.

El porcentaje de ácidos grasos saturados encontrado en este estudio (44%) es ligeramente superior del encontrado por Castro et al. (2003) (39%), el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados encontrado en este estudio (25%) es ligeramente inferior del encontrado por Castro et al. (2003) (29%) y el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados encontrado en este estudio (31%) es similar al encontrado por Castro et al. (2003) (32%).

### 4.3 Consideraciones finales

La regionalización de los océanos ha sido propuesta como una herramienta útil para estimaciones de productividad primaria (Lluch y Arias 2000). Estos autores sugieren que se deben considerar regionalizaciones de amplia escala espacial, como las provincias biogeoquímicas o los grandes ecosistemas marinos, y tratar de manera independiente a los Centros de Actividad Biológica (CAB) debido a la alta producción primaria que aportan. Proponen también que las nuevas propuestas de regionalización deben ser basadas en criterios ecológicos y deben permitir reconocer zonas prioritarias para investigación y muestreo, reconociendo que la definición de regiones es especialmente crítica en el caso de áreas de alta producción biológica (como es el caso del Golfo de California), debido a su gran representatividad.

En su análisis genético, Schramm (2002) menciona que los tres grupos en los que se encuentra dividida la población del lobo marino en su distribución en el Golfo de California, deben ser considerados como unidades de manejo independientes para planes de conservación a corto plazo. El patrón espacial de las colonias de *Z. californianus* encontrado en este estudio es consistente con investigaciones previas que también han intentado determinar la existencia de un patrón de regionalización dentro del Golfo de California. A medida que seamos capaces de utilizar esta regionalización como una herramienta que nos permita identificar a cada colonia o conjunto de colonias como unidades poblacionales distintas, reconociendo sus diferencias en cuanto a dieta, parámetros biológicos, ecológicos y genéticos, y diferentes condiciones oceanográficas dependiendo de su ubicación, podremos mejorar la conservación de esta especie al realizar un manejo más eficiente de sus poblaciones a lo largo de su distribución geográfica dentro del Golfo. Los principales aportes de esta investigación son: en primer lugar, la validación del análisis de ácidos grasos como una herramienta útil para predecir la variabilidad espacial entre colonias, y en segundo lugar, la caracterización de los perfiles de ácidos grasos en grasa y plasma de crías para siete colonias reproductoras de *Z. californianus* dentro del Golfo de California.

## 5. CONCLUSIONES

Los ácidos grasos de la grasa de las crías nos indican que existen cinco grupos de colonias reproductivas de *Z. californianus* dentro del Golfo de California. Los ácidos grasos del plasma de las crías nos indican la existencia de dos grupos generales de colonias pero no presentan un patrón espacial definido y tampoco presentan consistencia con la ubicación geográfica de las colonias ni con la distancia entre ellas.

Las concentraciones de ácidos grasos presentaron diferencias significativas entre las siete colonias. Esta variabilidad en la concentración de ácidos grasos entre colonias podría estar reflejando diferencias en el tipo de presas que consumen los individuos de cada colonia, diferentes zonas de alimentación explotadas por estos individuos o diferentes condiciones oceanográficas existentes en cada colonia.

En la grasa, la variabilidad en la concentración de ácidos grasos entre las colonias está determinada en su mayoría por ácidos grasos de origen alimentario. En el plasma, la variabilidad en la concentración de ácidos grasos entre las colonias está determinada en su mayoría por ácidos grasos de origen metabólico. La mayoría de ácidos grasos presentaron diferencias en su concentración entre grasa y plasma, en por lo menos una de las siete colonias.

Los resultados de este estudio apoyan la hipótesis de una partición de recursos dentro de las colonias del lobo marino en el Golfo de California. Además generan un patrón espacial similar al de trabajos previos con isótopos estables y excretas.

Estos resultados también sugieren que el análisis de ácidos grasos es una buena herramienta para determinar la variabilidad espacial en las colonias de *Z. californianus* dentro del Golfo de California.

## **6. RECOMENDACIONES**

En el futuro se podría ampliar la recolección de muestras de grasa al resto de colonias del lobo marino, con la finalidad de obtener un patrón espacial que abarque la totalidad de las colonias reproductivas dentro del Golfo de California.

En vista de los resultados obtenidos en este estudio, y si el objetivo de futuras investigaciones es la determinación de patrones espaciales entre las colonias, se sugiere priorizar la recolección de muestras de grasa antes que las de plasma, debido a que aparentemente la grasa es un tejido que presenta una mayor estabilidad en su composición y concentración de ácidos grasos y consecuentemente puede proporcionar patrones espaciales más confiables y definidos que el plasma. Sin embargo, el plasma podría proporcionar una buena relación con las presas consumidas por los lobos marinos, si el objetivo de la investigación en ese momento es el estudio de la dieta.

La recolección de muestras de leche de las madres también podría ayudar a la identificación de patrones espaciales dentro de las colonias, así como también a determinar su relación con la grasa y plasma de las madres y crías y el grado de transferencia de ácidos grasos de la leche a la grasa de las crías.

Se sugiere también la recolección de muestras de las presas más representativas para cada colonia, con el objetivo de relacionar el perfil de ácidos grasos de peces y cefalópodos con el perfil de ácidos grasos de los lobos marinos y determinar si existe una buena correlación entre ambos.

## 7. LITERATURA CITADA

- Acevedo-Gutiérrez, A. 1994. First record of a sea lion, *Zalophus californianus*, at Isla del Coco, Costa Rica. *Marine Mammal Science* 10 (4): 484-485.
- Ackman, R.G., Eaton, C.A. 1966. Lipids of the fin whale (*Balaenoptera physalus*) from North Atlantic waters. III. Occurrence of eicosenoic and docosenoic fatty acids in the zooplankton *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars) and their effect on whale oil composition. *Canadian Journal of Biochemistry* 44: 1561-1566.
- Ackman, R.G. 1980. Fish lipids, part 1. Pp. 86-103 en J.J. Connell, editor. *Advances in fish science and technology*. Fishing News Books, Surrey, UK.
- Álvarez-Borrego, S., Rivera, J.A., Gaxiola-Castro, G., Acosta-Ruíz, M.J., Schwartzlose, R.A. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 5: 53-71.
- Álvarez-Borrego, S., Gaxiola-Castro, G. 1988. Photosynthetic parameters of northern Gulf of California phytoplankton. *Continental Shelf Research* 8 (1): 37-47.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En: *Ecosystems of the world: Estuaries and enclosed seas*. Ketchum, B.H. (Ed.). Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 427-449.
- Andersson, M. 1981. Central place foraging in the whinchat, *Saxicola rubetra*. *Ecology* 62 (3): 538-544.
- Arnould, J.P.Y, Nelson, M.M., Nichols, P.D., Oosthuizen W.H. 2005. Variation in the fatty acid composition of blubber in Cape fur seals (*Arctocephalus pusillus pusillus*) and the implications for dietary interpretation. *Journal of Comparative Physiology B* 175: 285-295.
- Ashmole, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical and oceanic birds. *Ibis* 103: 458-473.
- En: Robson, B.W., Goebel, M.E., Baker, J.D., Ream, R.R., Loughlin, T.R., Francis, R.C., Antonelis, G.A., Costa, D.P. 2004. Separation of foraging habitat among breeding sites of a colonial marine predator, the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*). *Canadian Journal of Zoology* 82: 20-29.

- Aurioles, D., Sinsel, D., Alvarado, E., Maravilla, O. 1983. Winter migration of the subadult male California sea lion (*Zalophus californianus*) in the southern part of Baja California. *Journal of Mammalogy* 64 (3): 513-518.
- Aurioles, D., Fox, C., Sinsel, F., Tanos, G. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the bay of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Mammalogy* 65 (3): 519-521.
- Aurioles, D., Zavala, 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, D., Castro, M.I., Pérez, F., Silencio, J.L. 2004. Quality differences in feeding areas of the red crab, *Pleuroncodes planipes* Stimpson, as reflected from their lipid, fatty acids, and astaxanthin composition. *Crustaceana* 77 (2): 163-176.
- Badán-Dangón, A., Koblinsky, C.J., Baumgartner, T. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanología Acta* 8 (1): 13-22.
- Baker, J.D., Antonelis, G.A., Fowler, C.W., York, A.E. 1995. Natal site fidelity in northern fur seals, *Callorhinus ursinus*. *Animal Behaviour* 50 (1): 237-247.
- Bautista-Vega, A. 2000. Variación estacional en la dieta del lobo marino común, *Zalophus californianus*, en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura, 113 pp. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Bazán-Guzmán, M.C. 1990. Productividad primaria en la parte sur y central del Golfo de California durante noviembre-diciembre de 1984. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.
- Best, N.J., Bradshaw, C.J.A., Hindell, M.A., Nichols, P.D. 2003. Vertical stratification of fatty acids in the blubber of southern elephant seals (*Mirounga leonina*): implications for diet analysis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 134: 253-263.

- Bonadonna, F., Lea, M.A., Dehorter, O., Guinet, C. 2001. Foraging ground fidelity and route-choice tactics of a marine predator: the Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella*. *Marine Ecology Progress Series* 223: 287–297.
- Boyd, I.L., Arnould, J.P.Y., Barton, T., Croxall, J.P. 1994. Foraging behaviour of Antarctic fur seals during periods of contrasting prey abundance. *Journal of Animal Ecology* 63 (3): 703-713.
- Boyd, I.L., McCafferty, D.J., Reid, K., Taylor, R., Walker, T.R. 1998. Dispersal of male and female Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 845-852.
- Boyd, I.L., Staniland, I.J., Martin, A.R. 2002. Distribution of foraging by female Antarctic fur seals. *Marine Ecology Progress Series* 242: 285-294.
- Brothers, N., Gales, R., Hedd, A., Robertson, G. 1998. Foraging movements of the shy albatross *Diomedea cauta* breeding in Australia: implications for interactions with longline fisheries. *Ibis* 140: 446-457.
- Brown, D.J., Boyd, I.L., Cripps, G.C., Butler, P.J. 1999. Fatty acid signature analysis from the milk of Antarctic fur seals and southern elephant seals from South Georgia: implications for diet determination. *Marine Ecology Progress Series* 187: 251-263.
- Brunner, S. 2004. Fur seals and sea lions (Otariidae): identification of species and taxonomic review. *Systematics and Biodiversity* 1 (3): 339-439.
- Cairns, D.K. 1989. The regulation of seabird colony size: a hinterland model. *The American Naturalist* 134 (1): 141-146.
- Carretta, J.V., Forney, K.A., Muto, M.M., Barlow, J., Baker, J., Hanson, B., Lowry, M.S. 2005. U.S. Pacific Marine Mammal Stock Assessments: 2005. NOAA Technical Memorandum NMFS. U.S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Science Center. 322 pp.

- Castro-González, M.I. 2002. Valores de referencia de la composición lipídica en plasma de crías menores de tres meses, de la colonia reproductora de lobo marino (*Zalophus c. californianus*) en los Islotes, B.C.S., 1999. Tesis para obtener el Grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 96 pp.
- Castro-González, M.I., Auriolles-Gamboa, D., Pérez-Gil, F. 2003. Ácidos grasos en plasma de crías de lobo marino de California (*Zalophus c. californianus*) de Los Islotes, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 29 (1): 9-20.
- Chapman, D.G. 1961. Population dynamics of the Alaska fur seal herd. *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* 26: 356-369. En: Robson, B.W., Goebel, M.E., Baker, J.D., Ream, R.R., Loughlin, T.R., Francis, R.C., Antonelis, G.A., Costa, D.P. 2004. Separation of foraging habitat among breeding sites of a colonial marine predator, the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*). *Canadian Journal of Zoology* 82: 20-29.
- Charnov, E.L., Orians, G.H., Hyatt, K. 1976. Ecological implications of resource depression. *The American Naturalist* 110 (972): 247-259.
- Davies, N.B., Houston, A.I. 1978. Territory economics. En *Behavioral Ecology: an evolutionary approach*. 2<sup>nd</sup> ed. J.R. Krebs and N.B. Davies (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 149-169.
- Dellinger, T., Trillmich, F. 1988. Estimating diet composition from scat analysis in otariid seals (Otariidae): is it reliable?. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1865–1870.
- Durán-Lizárraga, M.E. 1998. Caracterización de los patrones de buceos de alimentación de lobo marino *Zalophus californianus* y su relación con variables ambientales en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 82 pp.
- Fea, N.I., Harcourt, R., Lalas, C. 1999. Seasonal variation in the diet of New Zealand fur seals (*Arctocephalus forsteri*) at Otago Peninsula, New Zealand. *Wildlife Research* 26: 147-160.

- Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C., Seaton, D.D. 1989. Formation and transfer of fatty acids in an enclosed marine food chain comprising phytoplankton, zooplankton and herring (*Clupea harengus* L.) larvae. *Marine Chemistry* 27: 1-18.
- Fu, L.L., Holt, B. 1984. Internal waves in the Gulf of California: Observations from a spaceborn radar. *Geophys. Res.* 89: 2053-2060.
- Furness, R.W., Birkhead, T.R. 1984. Seabird colony distributions suggests competition for food supplies during the breeding season. *Nature (Lond.)* 311: 655-656.
- García-Maldonado, L. 1997. Digestión *in vitro* de otolitos de cuatro especies de peces que son alimento del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en México. ENEP Iztacala, UNAM. 1997. 45 pp.
- García-Rodríguez, F. 1995. Ecología alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*, en Los Islotes, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, 106 pp. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México.
- García-Rodríguez, F. 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. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. 73 pp.
- García-Rodríguez, F., Auriol-Gamboa, D. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. *Fishery Bulletin* 102: 47-62.
- Gaxiola-Castro, G., Álvarez-Borrego, S., Nájera-Martínez, S., Zirino, A.R. 2002. Efecto de las ondas internas en el fitoplancton del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 28 (3): 297-309.
- Gendrop-Funes, V., Acosta-Ruíz, M.J., Schwartzlose, R.A. 1978. Distribución horizontal de clorofila a durante la primavera en la parte norte del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 5: 71-89.

- Gentry, R.L. 1998. Behavior and ecology of the northern fur seal. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Graeve, M., Kattner, G., Hagen, W. 1994. Diet-induced changes in the fatty acid composition of Arctic herbivorous copepods: experimental evidence of trophic markers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 182: 97–110.
- Graeve, M., Kattner, G., Piepenburg, D. 1997. Lipids in Arctic benthos: does the fatty acid and alcohol composition reflect feeding and trophic interactions?. *Polar Biology* 18: 53-61.
- Grahl-Nielsen, O., Hammill, M.O., Lydersen, C., Wahlstrom, S. 2000. Transfer of fatty acids from female seal blubber via milk to pup blubber. *Journal of Comparative Physiology B* 170: 277-283.
- Grompone, M.A., Sienna, B., Quilez, J.L. 1990. Fatty acid composition of fats from the Uruguayan fur seal (*Arctocephalus australis* Zimmermann). *Marine Mammal Science* 6 (1): 48-53.
- Gurr, M.I., Harwood, J.L. 1991. *Lipid Biochemistry. An Introduction*. Fourth edition. Chapman & Hall. U.S.A.
- Hamer, K.C., Phillips, R.A., Hill, J.K., Wanless, S., Wood, A.G. 2001. Contrasting foraging strategies of gannets *Morus bassanus* at two North Atlantic colonies: foraging trip duration and foraging area fidelity. *Marine Ecology Progress Series* 224: 283–290.
- Hamilton, W.J., Gilbert, W.M., Heppner, F.H., Planck, R.J. 1967. Starling roost dispersal and a hypothetical mechanism regulating rhythmical animal movement to and from dispersal centers. *Ecology* 48 (5): 825-833.
- Harcourt, R.G., Bradshaw, C.J.A., Dickson, K., Davis, L.S. 2002. Foraging ecology of a generalist predator, the female New Zealand fur seal. *Marine Ecology Progress Series* 227: 11-24.
- Heath, C.B. 2002. California, Galapagos and Japanese Sea Lions. En *Encyclopedia of Marine Mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen (eds.). Academic Press. U.S.A. pp. 180-186.

- Hedd, A., Gales, R., Brothers, N. 2001. Foraging strategies of shy albatross *Thalassarche cauta* breeding at Albatross Island, Tasmania, Australia. Marine Ecology Progress Series 224: 267–282.
- Hernández-Camacho, C.J. 2001. Tabla de vida del lobo marino de California *Zalophus californianus californianus* en la lobera Los Islotes, B.C.S. México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 67 pp.
- Hirons, A.C., Schell, D.M., Finncy, B.P. 2001. Temporal records of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in North Pacific pinnipeds: inferences regarding environmental change and diet. Oecologia 129: 591–601.
- Hodgson, J., Wahlqvist, M. 1998. Health effects of n-6 polyunsaturated fatty acids. En Encyclopedia of Human Nutrition. Sadler, M.J. (ed.). Academic Press. U.S.A. pp. 751-756.
- Hooper, S.N., Paradis, M., Ackman, R.G. 1973. Distribution of *trans*-6 hexadecanoic acid, 7-methyl-7-hexadecanoic acid and common fatty acids in lipids of the ocean sunfish *Mola mola*. Lipids 8: 509–516.
- Hull, C.L., Hindell, M.A., Michael, K. 1997. Foraging zones of royal penguins during the breeding season, and their association with oceanographic features. Marine Ecology Progress Series 153: 217–228.
- Hume, F., Hindell, M.A., Pemberton, D., Gales, R. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of a high trophic level predator, the Australian fur seal (*Arctocephalus pusillus doriferus*). Marine Biology 144: 407-415.
- Irons, D.B. 1998. Foraging area fidelity of individual seabirds in relation to tidal cycles and flock feeding. Ecology 79 (2): 647-655.
- Iverson, S.J. 1993. Milk secretion in marine mammals in relation to foraging: can milk fatty acids predict diet?. Symposium of the Zoological Society of London 66: 263-291.

- Iverson, S.J., Oftedal, O.T., Bowen, W.D., Boness, D.J., Sampugna, J. 1995. Prenatal and postnatal transfer of fatty acids from mother to pup in the hooded seal. *Journal of Comp Physiology B* 165: 1-12.
- Iverson, S.J., Arnould, J.P., Boyd, I.L. 1997a. Milk fatty acid signatures indicate both major and minor shifts in the diet of lactating Antarctic fur seals. *Canadian Journal of Zoology* 75 (2): 188–197.
- Iverson, S.J., Frost, K.J., Lowry, L.F. 1997b. Fatty acid signatures reveal fine scale structure of foraging distribution of harbor seals and their prey in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series* 151: 255-271.
- Iverson, S.J., McDonald, J.E., Smith, L.K. 2001. Changes in the diet of free-ranging black bears in years of contrasting food availability revealed through milk fatty acids. *Canadian Journal of Zoology* 79: 2268–2279.
- Iverson, S.J., Field, C., Bowen, W.D., Blanchard W. 2004. Quantitative fatty acid signature analysis: a new method of estimating predator diets. *Ecological Monographs* 74: 211-235.
- Jackson, M.J. 1974. Transport of short chain fatty acids. En *Biomembranes*. Smyth, D.H. editor. Volume 4B. New York, U.S.A. pp. 673–709.
- Kirsch, P.E., Iverson, S.J., Bowen, W.D., Kerr, S.R., Ackman, R.G. 1998. Dietary effects on the fatty acid signature of whole Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 1378–1386.
- Kirsch, P.E., Iverson, S.J., Bowen, W.D. 2000. Effect of a low-fat diet on body composition and blubber fatty acids of captive juvenile harp seals (*Phoca groenlandica*). *Physiological and Biochemical Zoology* 73 (1): 45–59.
- Kuhn, C.E., Auriolles-Gamboa, D., Costa, D.P. 2004. Habitat utilization, diving and foraging behavior of adult female California sea lions (*Zalophus californianus*). En *Memorias de*

- XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, México. 78 pp.
- Le Boeuf, B.J., Aurioles, D., Condit, R., Fox, C., Gisiner, R., Romero, R., Sinsel, F. 1983. Size and distribution of California sea lion population in Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 43 (77): 77-85.
- Le Boeuf, B.J., Crocker, D.E., Costa, D.P., Blackwell, S.B., Webb, P.M., Houser, D.S. 2000. Foraging ecology of northern elephant seals. *Ecological Monographs* 70 (3): 353–382.
- Lewis, S., Sherratt, T.N., Hamer, K.C., Wanless, S. 2001. Evidence of intra-specific competition for food in a pelagic seabird. *Nature (Lond.)* 412: 816-819.
- Lluch-Cota, S.E., Arias-Aréchiga, J.P. 2000. Sobre la importancia de considerar la existencia de centros de actividad biológica para la regionalización del océano: el caso del Golfo de California. En *BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano*. Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S.E., Ponce-Díaz, G. (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur, México.
- Loughlin, T.R., Ingraham W.J., Jr., Baba, N., Robson, B.W. 1999. Use of a surface-current model and satellite telemetry to assess marine mammal movements in the Bering Sea. En *Dynamics of the Bering Sea*. T.R. Loughlin and K. Ohtani (eds.). University of Alaska Sea Grant, Fairbanks, Alaska. pp. 615–630.
- Lowry, M.S., Boveng, P., DeLong, R.J., Oliver, C.W., Stewart, B.S., DeAnda, H., Barlow, J. 1992. Status of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) population in 1992. Admin. Rep. LJ-92-32. Southwest Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, La Jolla, CA 92038. 34 pp.
- Maldonado, J.E., Orta Dávila, F., Stewart, B.S., Geffen, E., Wayne, R.K. 1995. Intraspecific genetic differentiation in California sea lions (*Zalophus californianus*) from southern California and the Gulf of California. *Marine Mammal Science* 11 (1): 46-58.

- Maniscalco, J.M., Wynne, K., Pitcher, K.W., Hanson, M.B., Melin, S.R., Atkinson, S. 2004. The occurrence of California sea lions (*Zalophus californianus*) in Alaska. *Aquatic Mammals* 30 (3): 427-433.
- Merrick, R.L., Loughlin, T.R. 1997. Foraging behavior of adult female and young of the year Steller sea lions in Alaskan waters. *Canadian Journal of Zoology* 75: 776–786.
- Navarro, J.C., McEvoy, L.A., Amat, F., Sargent, J.R. 1995. Effects of diet on fatty acid composition of body zones in larvae of the sea bass *Dicentrarchus labrax*: a chemometric study. *Marine Biology* 124: 177–183.
- Oftedal, O.T., Bowen, W.D., Boness, D.J. 1993. Energy transfer by lactating hooded seals and nutrient deposition in their pups during the four days from birth to weaning. *Physiological Zoology* 66: 412-436.
- Orians, G.H., Pearson, N.E. 1979. On the theory of central place foraging. En *Analysis of ecological systems*. D.J. Horn, G.R. Stairs, and R.D. Mitchell (eds.). Ohio State University Press, Columbus, Ohio. pp. 155–177.
- Orr, A.J., Harvey, J.T. 2001. Quantifying errors associated with using fecal samples to determine the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*). *Canadian Journal of Zoology* 79: 1080–1087.
- Orta Dávila, F. 1988. Hábitos alimentarios y censos globales del lobo marino (*Zalophus californianus*) en el islote El Racito, Bahía de las Ánimas, Baja California, México durante octubre 1986-1987. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. 59 pp.
- Polovina, J.J., Kobayashi, D.R., Parker, D.M., Seki, M.P., Balazs, G.H. 2000. Turtles on the edge: movement of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) along oceanic fronts, spanning longline fishing grounds in the central North Pacific, 1997–1998. *Fisheries Oceanography* 9: 71–82.

- Porras, H.J. 2004. Nivel, amplitud y superposición trófica de las colonias de lobo marino *Zalophus californianus* del Golfo de California, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur, México. 81 pp.
- Puppione, D.L. 1983. Marine mammalian lipoproteins. En: CRC Handbook of Electrophoresis. CRC Press. pp. 79-100.
- Rea, L., Groscolas, R., Mioskowski, E., Castellini, M. 1997. Changes in plasma fatty acids indicate change in nutritional status in developing Weddell seal pups. *Polar Biology* 18: 351-357.
- Rice, D.W. 1998. *Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution*. Society for Marine Mammalogy, Special Publication Number 4 (Wartzok D, Ed.), Lawrence, KS. USA.
- Robinson, M.K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. Mem. 5. 97 pp. San Diego Soc. Nat. Hist. San Diego, California.
- Robson, B.W., Goebel, M.E., Baker, J.D., Ream, R.R., Loughlin, T.R., Francis, R.C., Antonelis, G.A., Costa, D.P. 2004. Separation of foraging habitat among breeding sites of a colonial marine predator, the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*). *Canadian Journal of Zoology* 82: 20-29.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California. En *Marine geology of the Gulf of California: A Symposium*. Van Andel, T.H., Shor G.G. (eds.). American Association Petrology Geological Memories. pp. 30-58.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 1: 76-97.
- Rusnak, G.A., Fisher R.L., Shepard, F.P. 1964. Bathymetry and faults of the Gulf of California. En *Marine geology of the Gulf of California: A Symposium*. Van Andel, T.H., Shor, G.G. (eds.). American Association Petrology Geological Memories. pp. 59-75.

- Sánchez-Arias, M. 1992. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en las Islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 63 pp.
- Santamaría-del-Ángel, E., Álvarez-Borrego, S., Muller-Karger, F.E. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research* 99: 7411-7421.
- Schoener, T.W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 369-404.
- Schramm, Y., Mesnick, S.L., de la Rosa, J., Hyde, J., Palacios, D., Snell, H.M., Dizon, A.E. 2001. Genetic Structure of California and Galápagos Sea Lions. Abstracts of the 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Society for Marine Mammalogy. Vancouver, Canada.
- Schramm, Y. 2002. Estructura genética y filogeografía del lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*) en aguas adyacentes a la Península de Baja California, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 146 pp.
- Siegel, S., Castellan, N.J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill. U.S.A.
- Sinclair, E.H., Loughlin, T.R., Percy, W. 1994. Prey selection by northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) in the eastern Bering Sea. *Fishery Bulletin* (Wash., D.C.) 92: 144–156.
- Sjöberg, M., Ball, J.P. 2000. Grey seal, *Halichoerus grypus*, habitat selection around haulout sites in the Baltic Sea: bathymetry or central-place foraging?. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1661–1667.

- Smith, S.J., Iverson, S.J., Bowen, W.D. 1997. Fatty acid signatures and classification trees: new tools for investigating the foraging ecology of seals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1377-1386.
- Stewart, B.S., DeLong, R.L. 1995. Double migrations of the northern elephant seal, *Mirounga angustirostris*. *Journal of Mammalogy* 76: 196–205.
- Stirling, I. 1983. The evolution of mating systems in pinnipeds. En *Advances in the study of mammalian behavior*. J.F. Eisenberg and D. Kleiman (eds.). American Society of Mammalogists, Stillwater, Okla. pp. 489–527.
- St. John, M. A., Lund, T. 1996. Lipid biomarkers: linking the utilization of frontal plankton biomass to enhanced condition of juvenile North Sea cod. *Marine Ecology Progress Series* 131: 75–85.
- Swartzman, G., Hunt, G. 2000. Spatial association between murrelets (*Uria* spp.), puffins (*Fratercula* spp.), and fish shoals near Pribilof Islands, Alaska. *Marine Ecology Progress Series* 206: 297–309.
- Tollit, D.J., Steward, M.J., Thompson, P.M., Pierce, G.J., Santos, M.B., Hughes, S. 1997. Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implications for estimates of pinniped diet composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 105–119.
- Umemura, U., Koike K., Iso, H., Sankai, T., Shimamoto, T., Sato, S., Lida, M., Handa, K., Komachi, Y. 1993. Population-based comparative study on dietary habits and serum fatty acid compositions. *Jpn. J. Hyg.* 48: 939-954.
- Valdez-Holguín, J.E. 1986. Distribución de la biomasa y productividad del fitoplancton en el Golfo de California durante el evento de El Niño 1982-1983. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, Mexico. 90 pp.

- Walton, M.J., Henderson, R.J., Pomeroy, P.P. 2000. Use of blubber fatty acid profiles to distinguish dietary differences between grey seals *Halichoerus grypus* from two UK breeding colonies. *Marine Ecology Progress Series* 193: 201-208.
- Zavala, G.A. 1990. La población del lobo marino común *Zalophus californianus californianus* (Lesson, 1828) en las islas del Golfo de California, México. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. 253 pp.
- Zavaleta-Lizárraga, L. 2003. Variaciones geográficas en morfometría craneal en machos adultos de lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 69 pp.
- Zeitzschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Marine Biology* 3: 201-207.

## 8. APÉNDICES

### APÉNDICE 1

**Prueba de comparaciones múltiples entre grupos ( $p < 0.05$ ) (Siegel y Castellan 1998) para determinar diferencias particulares de cada uno de los 35 ácidos grasos de la grasa entre cada una de las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.**

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Caprilico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =5.570519 p =.4730					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Caprilico	R:34.750	R:32.750	R:29.500	R:36.500	R:29.500	R:29.500	R:32.550
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Caprico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =3.116741 p =.7941					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Caprico	R:40.167	R:34.900	R:33.455	R:28.556	R:26.000	R:31.600	R:30.300
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Undecanoico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =3.163507 p =.7881					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Undecanoico	R:34.000	R:29.000	R:34.909	R:32.778	R:29.000	R:32.100	R:31.900
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Laurico (comparacion_grasa7colonias.sta)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =5.974530 p =.4261					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Laurico	R:47.833	R:28.300	R:29.818	R:26.444	R:32.429	R:31.500	R:33.800
LIS		0.820199	1.000000	0.563462	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	0.820199		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.563462	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Tridecanoico (comparacion_grasa7colonias.sta)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =9.796318 p =.1335					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Tridecanoico	R:45.000	R:24.000	R:23.545	R:34.000	R:40.000	R:28.900	R:37.200
LIS		0.556893	0.443087	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	0.556893		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	0.443087	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Miristico (comparacion_grasa7colonias.sta)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =27.26146 p =.0001					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Miristico	R:29.667	R:33.200	R:25.000	R:45.111	R:57.714	R:21.000	R:21.100
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.125037	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.139694	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		0.307574	0.004686	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	0.307574		1.000000	0.088180	0.091541
MAC	0.125037	0.139694	0.004686	1.000000		0.001012	0.001061
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	0.088180	0.001012		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	0.091541	0.001061	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Miristoleico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =14.85623 p =.0214					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Miristoleico	R:51.667	R:33.700	R:36.636	R:35.333	R:31.286	R:19.500	R:23.400
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.958874	0.014243	0.059316
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.680103	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.958874	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.014243	1.000000	0.680103	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.059316	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Pentadecanoico (comparacion_grasa7colonia) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =13.98884 p =.0298					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Pentadecanoico	R:49.000	R:29.900	R:25.182	R:40.222	R:40.857	R:21.400	R:28.400
LIS		0.915841	0.219638	1.000000	1.000000	0.074508	0.620233
SPM	0.915841		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	0.219638	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.533990	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.656139	1.000000
GRA	0.074508	1.000000	1.000000	0.533990	0.656139		1.000000
CAN	0.620233	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); cis 10 pentadecanoico (comparacion_gr Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =10.48088 p =.1058					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
cis 10 pentadecanoico	R:45.500	R:34.100	R:32.273	R:16.000	R:33.714	R:32.300	R:34.400
LIS		1.000000	1.000000	0.047493	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	0.664183	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.047493	0.664183	1.000000		1.000000	1.000000	0.607121
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	0.607121	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Palmitico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =10.87123 p =.0924					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Palmitico	R:33.167	R:40.500	R:33.727	R:40.444	R:26.286	R:31.500	R:17.800
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.118038
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.981536
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.150651
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.118038	0.981536	0.150651	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Palmitoleico (comparacion_grasa7colonias)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =23.57987 p =.0006					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Palmitoleico	R:52.500	R:31.300	R:38.182	R:36.667	R:40.714	R:15.100	R:20.200
LIS		0.527375	1.000000	1.000000	1.000000	0.001634	0.013527
SPM	0.527375		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.082996	0.519892
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.219372	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.096069	0.486125
GRA	0.001634	1.000000	0.082996	0.219372	0.096069		1.000000
CAN	0.013527	1.000000	0.519892	1.000000	0.486125	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Heptadecanoico (comparacion_grasa7col)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =33.20769 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Heptadecanoico	R:23.667	R:36.900	R:29.455	R:48.000	R:56.143	R:17.000	R:18.600
LIS		1.000000	1.000000	0.247329	0.030445	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.696222	0.319224	0.537399
EST	1.000000	1.000000		0.512131	0.054619	1.000000	1.000000
PAR	0.247329	1.000000	0.512131		1.000000	0.004883	0.010114
MAC	0.030445	0.696222	0.054619	1.000000		0.000309	0.000680
GRA	1.000000	0.319224	1.000000	0.004883	0.000309		1.000000
CAN	1.000000	0.537399	1.000000	0.010114	0.000680	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); cis 10 heptadecanoico (comparacion_g)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =24.13373 p =.0005					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
cis 10 heptadecanoico	R:53.500	R:20.600	R:27.909	R:34.333	R:49.857	R:19.500	R:32.900
LIS		0.010700	0.124834	0.992517	1.000000	0.006894	0.620233
SPM	0.010700		1.000000	1.000000	0.025205	1.000000	1.000000
EST	0.124834	1.000000		1.000000	0.278636	1.000000	1.000000
PAR	0.992517	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	0.025205	0.278636	1.000000		0.016333	1.000000
GRA	0.006894	1.000000	1.000000	1.000000	0.016333		1.000000
CAN	0.620233	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Estearico (comparacion_grasa7colonias.st)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =17.82214 p =.0067					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Estearico	R:9.3333	R:34.100	R:24.273	R:36.889	R:28.857	R:45.000	R:36.800
LIS		0.186580	1.000000	0.091157	1.000000	0.003456	0.077941
SPM	0.186580		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.202741	1.000000
PAR	0.091157	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.003456	1.000000	0.202741	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.077941	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Elaidico (comparacion_grasa7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =5.056988 p =.5365							
Depend.: Elaidico	LIS R:38.167	SPM R:24.500	EST R:40.364	PAR R:30.444	MAC R:30.571	GRA R:28.800	CAN R:32.200
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Oleico (comparacion_grasa7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =44.41360 p =.0000							
Depend.: Oleico	LIS R:17.167	SPM R:31.300	EST R:34.273	PAR R:12.333	MAC R:12.571	GRA R:49.700	CAN R:52.700
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.012354	0.003656
SPM	1.000000		1.000000	0.510785	0.801056	0.520711	0.189843
EST	1.000000	1.000000		0.162680	0.301132	1.000000	0.449466
PAR	1.000000	0.510785	0.162680		1.000000	0.000192	0.000035
MAC	1.000000	0.801056	0.301132	1.000000		0.000830	0.000187
GRA	0.012354	0.520711	1.000000	0.000192	0.000830		1.000000
CAN	0.003656	0.189843	0.449466	0.000035	0.000187	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Linoleaidico (comparacion_grasa7colonias.s							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =6.033693 p =.4194							
Depend.: Linoleaidico	LIS R:36.333	SPM R:41.600	EST R:28.727	PAR R:29.778	MAC R:24.857	GRA R:26.400	CAN R:36.000
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); LA (comparacion_grasa7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =21.74768 p =.0013							
Depend.: LA	LIS R:45.333	SPM R:21.400	EST R:20.091	PAR R:37.556	MAC R:21.571	GRA R:34.300	CAN R:47.700
LIS		0.240612	0.139866	1.000000	0.415878	1.000000	1.000000
SPM	0.240612		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.028042
EST	0.139866	1.000000		0.714500	1.000000	1.000000	0.011894
PAR	1.000000	1.000000	0.714500		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.415878	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.080264
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.028042	0.011894	1.000000	0.080264	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); gama linoleico (comparacion_grasa7colonias Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =17.56291 p =.0074					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
gama linoleico	R:29.167	R:31.900	R:26.000	R:44.333	R:51.714	R:24.300	R:23.200
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.567788	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.593732	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		0.547386	0.078004	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	0.547386		1.000000	0.364913	0.254079
MAC	0.567788	0.593732	0.078004	1.000000		0.050544	0.033522
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	0.364913	0.050544		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	0.254079	0.033522	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); ALA (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =21.28394 p =.0016					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
ALA	R:41.167	R:20.400	R:17.636	R:45.889	R:39.286	R:27.700	R:40.600
LIS		0.593125	0.239990	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	0.593125		1.000000	0.051973	0.767685	1.000000	0.288413
EST	0.239990	1.000000		0.012714	0.306067	1.000000	0.086966
PAR	1.000000	0.051973	0.012714		1.000000	0.646815	1.000000
MAC	1.000000	0.767685	0.306067	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	0.646815	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.288413	0.086966	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Araquidonico (comparacion_grasa7coloni Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =10.77897 p =.0955					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Araquidonico	R:21.833	R:21.800	R:31.727	R:41.556	R:27.714	R:42.000	R:33.000
LIS		1.000000	1.000000	0.865341	1.000000	0.695750	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	0.398868	1.000000	0.288413	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.865341	0.398868	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.695750	0.288413	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Eicosanoico (comparacion_grasa7colonias.s Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =19.38254 p =.0036					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Eicosanoico	R:12.500	R:37.200	R:20.818	R:36.667	R:46.714	R:40.400	R:27.900
LIS		0.190465	1.000000	0.259713	0.016667	0.067280	1.000000
SPM	0.190465		0.857115	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	0.857115		1.000000	0.073046	0.304231	1.000000
PAR	0.259713	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.016667	1.000000	0.073046	1.000000		1.000000	0.782704
GRA	0.067280	1.000000	0.304231	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.782704	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); 11,14 eicosadienoico (comparacion_gr)						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =16.89966 p =.0097						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
11,14 eicosadienoico	R:	52.667	26.600	32.000	42.556	16.857	30.500	27.600
LIS			0.123708	0.552645	1.000000	0.009360	0.403031	0.169961
SPM		0.123708		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		0.552645	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		0.113475	1.000000	1.000000
MAC		0.009360	1.000000	1.000000	0.113475		1.000000	1.000000
GRA		0.403031	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		0.169961	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); 11,14,17 eicosatrienoico (comparaci						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =10.78339 p =.0953						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
11,14,17 eicosatrienoico	R:	25.500	17.700	33.727	30.889	34.143	39.800	40.000
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		0.952932	1.000000	1.000000	0.147407	0.136959
EST		1.000000	0.952932		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		1.000000	0.147407	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	0.136959	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); 8,11,14 eicosatrienoico (comparacion_c						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =24.65269 p =.0004						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
8,11,14 eicosatrienoico	R:	28.333	20.400	18.727	50.556	42.857	27.300	40.800
LIS			1.000000	1.000000	0.450153	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	0.007202	0.271259	1.000000	0.269361
EST		1.000000	1.000000		0.002350	0.135991	1.000000	0.122892
PAR		0.450153	0.007202	0.002350		1.000000	0.120929	1.000000
MAC		1.000000	0.271259	0.135991	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	0.120929	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	0.269361	0.122892	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); AA (comparacion_grasa7colonias.sta)						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =24.56929 p =.0004						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
AA	R:	58.000	26.200	33.000	45.889	20.286	24.400	24.400
LIS			0.016398	0.151263	1.000000	0.004560	0.008101	0.008101
SPM		0.016398		1.000000	0.407417	1.000000	1.000000	1.000000
EST		0.151263	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR		1.000000	0.407417	1.000000		0.117132	0.225272	0.225272
MAC		0.004560	1.000000	1.000000	0.117132		1.000000	1.000000
GRA		0.008101	1.000000	1.000000	0.225272	1.000000		1.000000
CAN		0.008101	1.000000	1.000000	0.225272	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Heneicosanoico (comparacion_grasa7 Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =16.85641 p =.0098					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Heneicosanoico	R:33.333	R:31.200	R:19.000	R:32.333	R:20.857	R:37.700	R:48.100
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.824185
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.410578	0.005875
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.053817
GRA	1.000000	1.000000	0.410578	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.824185	0.005875	1.000000	0.053817	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Behenico (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =7.555032 p =.2726					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Behenico	R:25.000	R:39.100	R:32.091	R:40.667	R:33.000	R:30.700	R:21.800
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.731331
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.526755
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.731331	1.000000	0.526755	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); EPA (comparacion_grasa7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =26.17671 p =.0002					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
EPA	R:26.333	R:31.300	R:33.909	R:41.222	R:57.714	R:16.600	R:23.100
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.043887	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.072543	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.151843	0.644307	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.072687	0.659804
MAC	0.043887	0.072543	0.151843	1.000000		0.000112	0.002671
GRA	1.000000	1.000000	0.644307	0.072687	0.000112		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	0.659804	0.002671	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Erucico (comparacion_grasa7colonias.sta)						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =10.46794 p =.1063						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Erucico		R:10.000	R:36.800	R:30.818	R:32.556	R:35.429	R:33.800	R:37.000
LIS			0.097364	0.529920	0.410717	0.265648	0.250441	0.091121
SPM		0.097364		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		0.529920	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR		0.410717	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		0.265648	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		0.250441	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		0.091121	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); 13,16 docosadienoico (comparaci						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =19.70292 p =.0031						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
13,16 docosadienoico		R:30.000	R:15.200	R:27.000	R:37.111	R:24.714	R:44.400	R:43.600
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	0.194863	1.000000	0.007728	0.011158
EST		1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.626126	0.802310
PAR		1.000000	0.194863	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.615583	0.767685
GRA		1.000000	0.007728	0.626126	1.000000	0.615583		1.000000
CAN		1.000000	0.011158	0.802310	1.000000	0.767685	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Tricosanoico (comparacion_grasa7col						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =17.56853 p =.0074						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Tricosanoico		R:39.500	R:25.200	R:19.455	R:37.889	R:20.857	R:46.100	R:36.500
LIS			1.000000	0.654835	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.226517	1.000000
EST		0.654835	1.000000		0.530344	1.000000	0.018442	0.699618
PAR		1.000000	1.000000	0.530344		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.109181	1.000000
GRA		1.000000	0.226517	0.018442	1.000000	0.109181		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	0.699618	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Lignocericico (comparacion_grasa7coloni						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =25.21587 p =.0003						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Lignocericico		R:12.833	R:28.000	R:19.636	R:51.111	R:29.000	R:36.800	R:41.200
LIS			1.000000	1.000000	0.001560	1.000000	0.238209	0.057299
SPM		1.000000		1.000000	0.127432	1.000000	1.000000	1.000000
EST		1.000000	1.000000		0.002799	1.000000	0.674340	0.148975
PAR		0.001560	0.127432	0.002799		0.350365	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	0.350365		1.000000	1.000000
GRA		0.238209	1.000000	0.674340	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		0.057299	1.000000	0.148975	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Nervonico (comparacion_grasa7coloni)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =7.634445 p =.2661					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Nervonico	R:36.833	R:39.800	R:32.091	R:37.778	R:32.714	R:26.500	R:21.000
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.458367
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.973582
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.458367	1.000000	0.973582	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); DHA (comparacion_grasa7colonias.sta)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 63) =13.31855 p =.0382					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
DHA	R:34.500	R:28.000	R:16.091	R:33.667	R:41.143	R:35.300	R:40.800
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		0.690944	0.098761	0.345793	0.042727
PAR	1.000000	1.000000	0.690944		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	0.098761	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	0.345793	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	0.042727	1.000000	1.000000	1.000000	

## APÉNDICE 2

**Prueba de comparaciones múltiples entre grupos ( $p < 0.05$ ) (Siegel y Castellan 1998) para determinar diferencias particulares de cada uno de los 36 ácidos grasos del plasma entre cada una de las siete colonias. LIS = Los Islotes, SPM = San Pedro Mártir, EST = San Esteban, GRA = Granito, CAN = Cantiles, PAR = Partido y MAC = Los Machos.**

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Caproico (comparacion_plasma7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =35.50658 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Caproico	R:53.800	R:48.000	R:53.200	R:27.000	R:29.467	R:27.000	R:27.000
LIS		1.000000	1.000000	0.140356	0.117162	0.111878	0.111878
SPM	1.000000		1.000000	0.704899	0.730350	0.609016	0.609016
EST	1.000000	1.000000		0.168289	0.144218	0.135383	0.135383
PAR	0.140356	0.704899	0.168289		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.117162	0.730350	0.144218	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.111878	0.609016	0.135383	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.111878	0.609016	0.135383	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Caprilico (comparacion_plasma7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =26.80338 p =.0002					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Caprilico	R:35.650	R:31.500	R:31.500	R:44.889	R:34.133	R:31.500	R:55.750
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.769165
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.245470
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.245470
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.290052
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.245470
CAN	0.769165	0.245470	0.245470	1.000000	0.290052	0.245470	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Caprico (comparacion_plasma7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =37.24201 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Caprico	R:42.250	R:29.500	R:29.500	R:47.611	R:29.500	R:29.500	R:59.650
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.036108
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.036108
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		0.961569	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	0.961569		1.000000	0.012487
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.036108
CAN	1.000000	0.036108	0.036108	1.000000	0.012487	0.036108	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Undecanoico (comparacion_plasma7colonias) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =49.30827 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Undecanoico	R:55.900	R:58.900	R:54.800	R:39.222	R:22.400	R:16.000	R:23.000
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.002853	0.000702	0.013113
SPM	1.000000		1.000000	0.975111	0.000676	0.000172	0.003978
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.004703	0.001150	0.019845
PAR	1.000000	0.975111	1.000000		1.000000	0.394101	1.000000
MAC	0.002853	0.000676	0.004703	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.000702	0.000172	0.001150	0.394101	1.000000		1.000000
CAN	0.013113	0.003978	0.019845	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Laurico (comparacion_plasma7colonias) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =42.61561 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Laurico	R:29.500	R:29.500	R:32.450	R:42.667	R:35.233	R:29.500	R:65.300
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.004146
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.004146
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.013366
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.461796
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.012932
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.004146
CAN	0.004146	0.004146	0.013366	0.461796	0.012932	0.004146	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Tridecanoico (comparacion_plasma7colonias) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =53.01133 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Tridecanoico	R:56.500	R:57.500	R:59.100	R:32.778	R:19.000	R:15.500	R:30.900
LIS		1.000000	1.000000	0.343607	0.000408	0.000424	0.163239
SPM	1.000000		1.000000	0.259385	0.000243	0.000265	0.119268
EST	1.000000	1.000000		0.162225	0.000104	0.000122	0.070703
PAR	0.343607	0.259385	0.162225		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.000408	0.000243	0.000104	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.000424	0.000265	0.000122	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.163239	0.119268	0.070703	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Miristico (comparacion_plasma7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =30.17479 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Miristico	R:27.500	R:25.550	R:27.650	R:33.389	R:48.733	R:28.550	R:65.100
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.327318	1.000000	0.001943
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.173816	1.000000	0.000823
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.343010	1.000000	0.002072
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.027950
MAC	0.327318	0.173816	0.343010	1.000000		0.451770	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.451770		0.003035
CAN	0.001943	0.000823	0.002072	0.027950	1.000000	0.003035	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Miristoleico (comparacion_plasma7col)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =13.75338 p =.0325					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Miristoleico	R:44.450	R:34.000	R:31.550	R:44.444	R:23.267	R:50.500	R:42.100
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.332477	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		0.409829	1.000000	1.000000
MAC	0.332477	1.000000	1.000000	0.409829		0.040386	0.670847
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.040386		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.670847	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Pentadecanoico (comparacion_plasma7)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =7.655397 p =.2645					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Pentadecanoico	R:25.100	R:38.000	R:40.100	R:48.222	R:36.567	R:44.650	R:31.400
LIS		1.000000	1.000000	0.404945	1.000000	0.883714	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.404945	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.883714	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-10-pentadecanoico (comparacion_pla)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =23.03629 p =.0008					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-10-pentadecanoico	R:20.850	R:21.450	R:42.800	R:40.222	R:52.400	R:33.500	R:44.100
LIS		1.000000	0.471963	1.000000	0.006851	1.000000	0.328250
SPM	1.000000		0.554983	1.000000	0.008887	1.000000	0.388940
EST	0.471963	0.554983		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.006851	0.008887	1.000000	1.000000		0.658203	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.658203		1.000000
CAN	0.328250	0.388940	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Palmitico (comparacion_plasma7colonia)					
		Independent (grouping) variable: COLONIA					
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =31.28843 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Palmitico	R:20.700	R:19.500	R:26.300	R:40.667	R:57.800	R:41.900	R:45.800
LIS		1.000000	1.000000	0.909605	0.000500	0.577611	0.190264
SPM	1.000000		1.000000	0.675883	0.000270	0.416995	0.131180
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.007003	1.000000	0.894809
PAR	0.909605	0.675883	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.000500	0.000270	0.007003	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.577611	0.416995	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.190264	0.131180	0.894809	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Palmitoleico (comparacion_plasma7color)						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =21.53712 p =.0015						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Palmitoleico		R:27.100	R:29.850	R:31.700	R:43.167	R:39.333	R:27.700	R:63.300
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.003513
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.010610
EST		1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.021370
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.873534
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.133092
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.004501
CAN		0.003513	0.010610	0.021370	0.873534	0.133092	0.004501	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Heptadecanoico (comparacion_plas						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =9.291290 p =.1579						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Heptadecanoico		R:25.900	R:30.950	R:37.300	R:47.944	R:44.233	R:43.450	R:30.400
LIS			1.000000	1.000000	0.539388	0.772475	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR		0.539388	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		0.772475	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-10-heptadecanoico (comparacion						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =7.393797 p =.2860						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-10-heptadecanoico		R:34.800	R:39.000	R:27.300	R:37.222	R:48.200	R:32.000	R:38.600
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		1.000000	1.000000		1.000000	0.363084	1.000000	1.000000
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	0.363084	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Estearico (comparacion_plasma7col						
		Independent (grouping) variable: COLONIA						
		Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =37.52166 p =.0000						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Estearico		R:25.800	R:22.200	R:28.700	R:45.667	R:59.067	R:51.700	R:19.400
LIS			1.000000	1.000000	0.931846	0.003176	0.148726	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	0.368657	0.000563	0.045366	1.000000
EST		1.000000	1.000000		1.000000	0.011397	0.352444	1.000000
PAR		0.931846	0.368657	1.000000		1.000000	1.000000	0.164957
MAC		0.003176	0.000563	0.011397	1.000000		1.000000	0.000131
GRA		0.148726	0.045366	0.352444	1.000000	1.000000		0.016463
CAN		1.000000	1.000000	1.000000	0.164957	0.000131	0.016463	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Elaidico (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =19.80808 p =.0030							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Elaidico	R:58.100	R:45.000	R:38.800	R:36.889	R:28.133	R:21.500	R:38.700
LIS		1.000000	0.940373	0.668321	0.013484	0.002972	0.917352
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.305530	1.000000
EST	0.940373	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.668321	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.013484	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.002972	0.305530	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.917352	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Oleico (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =29.29074 p =.0001							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Oleico	R:23.500	R:29.000	R:24.700	R:27.000	R:48.933	R:40.200	R:62.400
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.079160	1.000000	0.001101
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.486868	1.000000	0.010818
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.121327	1.000000	0.001861
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		0.326957	1.000000	0.007145
MAC	0.079160	0.486868	0.121327	0.326957		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.440695
CAN	0.001101	0.010818	0.001861	0.007145	1.000000	0.440695	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Linolelaidico (comparacion_plasma7co)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =33.02078 p =.0000							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Linolelaidico	R:55.700	R:56.600	R:46.100	R:33.444	R:23.000	R:18.800	R:35.700
LIS		1.000000	1.000000	0.510364	0.004110	0.002619	0.788998
SPM	1.000000		1.000000	0.401302	0.002724	0.001782	0.625263
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.178747	0.095179	1.000000
PAR	0.510364	0.401302	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.004110	0.002724	0.178747	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.002619	0.001782	0.095179	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.788998	0.625263	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); LA (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =4.561839 p =.6011							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
LA	R:45.400	R:34.350	R:43.700	R:40.944	R:35.933	R:34.600	R:28.700
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Gama-linoleico (comparacion_plasm)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =7.234262 p =.2997							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Gama-linoleico	R:40.300	R:31.300	R:32.700	R:36.222	R:38.800	R:31.400	R:51.000
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.851125
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.872736
CAN	1.000000	0.851125	1.000000	1.000000	1.000000	0.872736	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); ALA (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =24.81794 p =.0004							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
ALA	R:59.900	R:35.900	R:38.200	R:34.000	R:24.000	R:27.600	R:49.300
LIS		0.264211	0.505143	0.184042	0.000910	0.016463	1.000000
SPM	0.264211		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	0.505143	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	0.184042	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.000910	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.083077
GRA	0.016463	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.505143
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.083077	0.505143	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Araquidico (comparacion_plasma7col)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =28.66841 p =.0001							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Araquidico	R:48.900	R:43.500	R:51.500	R:37.222	R:23.200	R:50.100	R:15.200
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.071825	1.000000	0.009626
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.436159	1.000000	0.068372
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.026608	1.000000	0.003370
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.542525
MAC	0.071825	0.436159	0.026608	1.000000		0.045882	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.045882		0.005981
CAN	0.009626	0.068372	0.003370	0.542525	1.000000	0.005981	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-11-eicosenoico (comparacion_pl Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =32.59559 p =.0000						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-11-eicosenoico		R:46.800	R:51.900	R:59.500	R:37.444	R:23.733	R:17.000	R:33.000
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	0.180754	0.040852	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	0.028054	0.005981	1.000000
EST		1.000000	1.000000		0.537826	0.000971	0.000208	0.123126
PAR		1.000000	1.000000	0.537826		1.000000	0.809436	1.000000
MAC		0.180754	0.028054	0.000971	1.000000		1.000000	1.000000
GRA		0.040852	0.005981	0.000208	0.809436	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	0.123126	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-11,14-eicosadienoico (comparaci Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =23.52677 p =.0006						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-11,14-eicosadienoico		R:55.600	R:39.000	R:51.700	R:38.722	R:18.700	R:34.100	R:34.200
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	0.000553	0.533126	0.547613
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	0.436159	1.000000	1.000000
EST		1.000000	1.000000		1.000000	0.003587	1.000000	1.000000
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		0.571991	1.000000	1.000000
MAC		0.000553	0.436159	0.003587	0.571991		1.000000	1.000000
GRA		0.533126	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		0.547613	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-11,14,17-eicosatrienoico (com Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =17.14949 p =.0088						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-11,14,17-eicosatrienoico		R:38.400	R:37.900	R:25.000	R:37.556	R:30.400	R:41.600	R:55.200
LIS			1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.035473
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.099384
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	0.035473	1.000000	0.099384	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-8,11,14-eicosatrienoico (con Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =11.78283 p =.0670						
Depend.:		LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-8,11,14-eicosatrienoico		R:44.300	R:35.800	R:23.600	R:40.778	R:31.433	R:39.350	R:50.600
LIS			1.000000	0.658876	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM		1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST		0.658876	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.104905
PAR		1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.609654
GRA		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN		1.000000	1.000000	0.104905	1.000000	0.609654	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); AA (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =4.563088 p =.6009							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
AA	R:41.600	R:30.500	R:36.900	R:34.556	R:45.600	R:37.700	R:31.300
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Heneicosanoico (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =12.71097 p =.0479							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Heneicosanoico	R:44.950	R:40.000	R:32.900	R:36.111	R:30.567	R:29.450	R:51.850
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.322230
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.416995
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.322230	0.416995	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Behenico (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =25.56364 p =.0003							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Behenico	R:48.150	R:50.450	R:54.300	R:36.944	R:22.233	R:36.800	R:21.200
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.066327	1.000000	0.106610
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	0.027503	1.000000	0.049472
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.005457	1.000000	0.012145
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.066327	0.027503	0.005457	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	0.106610	0.049472	0.012145	1.000000	1.000000	1.000000	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); EPA (comparacion_plasma7colonias.sta)							
Independent (grouping) variable: COLONIA							
Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =39.98924 p =.0000							
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
EPA	R:49.500	R:57.000	R:59.000	R:35.444	R:18.267	R:21.100	R:31.600
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.007864	0.066111	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	0.612133	0.000215	0.003978	0.173607
EST	1.000000	1.000000		0.359768	0.000073	0.001706	0.092124
PAR	1.000000	0.612133	0.359768		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	0.007864	0.000215	0.000073	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	0.066111	0.003978	0.001706	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	0.173607	0.092124	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Erucico (comparacion_plasma7colonia) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =6.523816 p =.3671					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Erucico	R:40.700	R:27.500	R:29.500	R:40.444	R:36.600	R:44.800	R:43.700
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000
GRA	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Cis-13,16-docosadienoico (comp) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =34.81127 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Cis-13,16-docosadienoico	R:57.250	R:38.900	R:56.900	R:44.944	R:25.433	R:16.650	R:29.200
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	0.006094	0.000510	0.074336
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.434662	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	0.007105	0.000599	0.083483
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		0.659794	0.088001	1.000000
MAC	0.006094	1.000000	0.007105	0.659794		1.000000	1.000000
GRA	0.000510	0.434662	0.000599	0.088001	1.000000		1.000000
CAN	0.074336	1.000000	0.083483	1.000000	1.000000	1.000000	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Tricosanoico (comparacion_plasma7color) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =19.89109 p =.0029					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Tricosanoico	R:43.400	R:39.700	R:25.900	R:44.333	R:34.400	R:23.000	R:54.000
LIS		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.712197	1.000000
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	0.073107
PAR	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.647897	1.000000
MAC	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.537332
GRA	0.712197	1.000000	1.000000	0.647897	1.000000		0.026619
CAN	1.000000	1.000000	0.073107	1.000000	0.537332	0.026619	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Lignocericico (comparacion_plasma7cc) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =46.19431 p =.0000					
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN
Lignocericico	R:64.200	R:49.700	R:26.250	R:29.611	R:22.500	R:26.150	R:50.800
LIS		1.000000	0.001670	0.009754	0.000043	0.001599	1.000000
SPM	1.000000		0.309960	0.883032	0.040907	0.301156	1.000000
EST	0.001670	0.309960		1.000000	1.000000	1.000000	0.224545
PAR	0.009754	0.883032	1.000000		1.000000	1.000000	0.672093
MAC	0.000043	0.040907	1.000000	1.000000		1.000000	0.026608
GRA	0.001599	0.301156	1.000000	1.000000	1.000000		0.217931
CAN	1.000000	1.000000	0.224545	0.672093	0.026608	0.217931	

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); Nervonico (comparacion_plasma7coloni: Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =35.08501 p =.0000						
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN	
Nervonico	R:23.000	R:47.900	R:56.600	R:45.444	R:25.333	R:18.000	R:53.100	
LIS		0.202148	0.010009	0.485553	1.000000	1.000000	0.036753	
SPM	0.202148		1.000000	1.000000	0.213370	0.039441	1.000000	
EST	0.010009	1.000000		1.000000	0.007751	0.001257	1.000000	
PAR	0.485553	1.000000	1.000000		0.557798	0.115061	1.000000	
MAC	1.000000	0.213370	0.007751	0.557798		1.000000	0.032838	
GRA	1.000000	0.039441	0.001257	0.115061	1.000000		0.005517	
CAN	0.036753	1.000000	1.000000	1.000000	0.032838	0.005517		

		Multiple Comparisons p values (2-tailed); DHA (comparacion_plasma7colonias.sta) Independent (grouping) variable: COLONIA Kruskal-Wallis test: H ( 6, N= 74) =27.98810 p =.0001						
Depend.:	LIS	SPM	EST	PAR	MAC	GRA	CAN	
DHA	R:51.800	R:41.100	R:41.200	R:27.222	R:24.400	R:22.800	R:59.500	
LIS		1.000000	1.000000	0.270292	0.037872	0.053916	1.000000	
SPM	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	
EST	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	
PAR	0.270292	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	0.022860	
MAC	0.037872	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	0.001342	
GRA	0.053916	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		0.002850	
CAN	1.000000	1.000000	1.000000	0.022860	0.001342	0.002850		