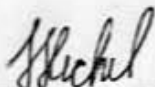
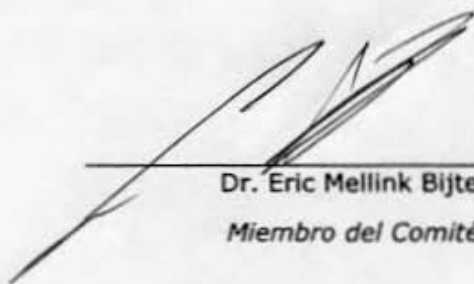


TESIS DEFENDIDA POR
Eva María Fernández Martín
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



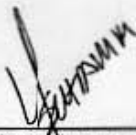
Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski
Director del Comité



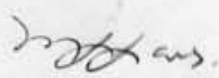
Dr. Eric Mellink Bijtel
Miembro del Comité



Dr. Benjamín Barón Sevilla
Miembro del Comité



Dra. Yolanda Schramm Urrutia
Miembro del Comité



Dra. María Lucila del Carmen Lares
Reyes
*Coordinador del programa de posgrado
en Ecología Marina*



Dr. David Hilario Covarrubias Rosales
*Director de la Dirección Estudios de
Posgrado*

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

Fenología de los nacimientos y de la muda de *Phoca vitulina richardsi*
(Gray, 1864) en el Estero de Punta Banda, B.C., México

Tesis

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias

Presenta:


Eva María Fernández Martín

Ensenada, Baja California, México
2012

Resumen de la tesis de Eva María Fernández Martín, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Fenología de los nacimientos y de la muda de *Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864) en el Estero de Punta Banda, B.C., México

Resumen aprobado por:



Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski

Los nacimientos y la muda de *Phoca vitulina* son procesos anuales, que se repiten con una alta precisión, y varían dependiendo de su localización. El conocimiento de la fenología de los nacimientos y de la muda permite determinar en qué momento se encuentra el mayor número de individuos en tierra. En México la temporalidad de los nacimientos y de la muda no ha sido estudiada. Esta información es importante para obtener una estimación más exacta de la abundancia de esta especie en México. En este estudio se determinó la temporalidad y se caracterizaron los nacimientos y la muda de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, Baja California. Para ello se realizaron observaciones durante la temporada de crías de 2011 y 2012, y durante la temporada de muda de 2012. Se aplicó el modelo de Rothery y McCann (1987) para describir la distribución temporal de las crías. Se estimó que la temporada de crías comenzó a mediados de febrero y finalizó a mediados de abril, y que el máximo número de crías ocurrió a mediados de marzo. Para determinar y caracterizar la muda se tuvieron en cuenta dos etapas de la muda, la premuda C y la muda. Se realizó un ajuste logístico y uno polinomial para cada etapa. Se estimó que el inicio de la premuda C fue a finales de marzo, que finalizó a principios de julio, y que la máxima proporción de individuos en premuda C se encontró a principios de mayo. Se estimó que el inicio de la muda fue a finales de abril, que finalizó a mediados de julio y que la máxima proporción de individuos en muda se encontró a principios de junio. El tipo de muda más común fue el tipo 2, el que empieza por el tronco, y termina en la cabeza y las aletas. El mayor número de individuos adultos e inmaduros en tierra se encontró durante la temporada de muda, por lo que el momento más recomendable para realizar conteos, para estimaciones de abundancia en la zona, es de principios de mayo a principios de junio.

Palabras clave: abundancia estacional en tierra, crías, fenología, foca común, México, muda, nacimientos, *Phoca vitulina richardsi*, temporalidad.

Abstract of the thesis presented by Eva María Fernández Martín as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Marine Ecology.

Pupping and molt phenology of *Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864) on Punta Banda Estero, B.C., México

Abstract approved by:



Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski

Pupping and molt in the harbor seal are annual processes that are repeated with high accuracy, and vary depending on its location. The knowledge of the pupping and molting phenology allows to determine the moment at which the largest number of individuals can be found at haul-out areas. Timing of pupping and molting had not been studied in Mexico. This information is important to plan time of counts to obtain more accurate estimates of the abundance of this species in Mexico. In this study I determined the timing and characterized the pupping and molting of *Phoca vitulina richardsi* in the Estero de Punta Banda, Baja California. Field work was carried out during the 2011 and 2012 pupping seasons, and the 2012 molting season. Rothery and McCann's (1987) model was applied to describe the temporal distribution of the pups. The pupping season was estimated to begin in mid-February and end in mid-April, with the maximum number of pups occurring in mid-March. To molt stages were considered for the identification and characterization of molt, the premolt C and molt. Logistic and polynomial fittings were performed for each stage. The premolt C season was estimated to begin in late March and end in early July, with the maximum proportion of individuals in it in early May. The molt season was estimated to begin in late April and end in mid-July, with the maximum proportion of individuals in it in early June. Most individuals exhibited a 2-type molt pattern; i.e. beginning in the body and ending at the head and flippers. The largest number of adults and immature at the haul-out area occurred during molting season. Hence, the best time to estimate seal abundance in the area is between early May and early June.

Key words: births, harbor seal, México, molt, phenology, *Phoca vitulina richardsi*, pups, timing, seasonal terrestrial abundance.

A mi abuelo

Vicente

A mis padres

Esperanza y Luis

A mi hermana

Yoli

*"Los mayores recursos del océano no son materiales
sino la enorme fuente de inspiración y bienestar que nos ofrece"*

Jacques Cousteau

Agradecimientos

A CICESE y al Posgrado en Ecología Marina por admitirme en su programa y darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado en este país. Al Departamento de Servicios Escolares por facilitarme todos los trámites que he tenido que realizar como extranjera.

A CONACYT por el apoyo económico concedido a través de la beca con número de registro 242912, para el desarrollo de mis estudios de maestría.

A la Dra. Gisela Heckel por aceptarme como su estudiante, y hacer así que se cumpla uno de mis sueños, como es trabajar con mamíferos marinos. Por su gran ayuda, apoyo y dedicación en el desarrollo de este trabajo. Por todas las aventuras compartidas en las salidas de campo. Por haber hecho todo lo posible para que este trabajo salga adelante.

A la Dra. Yolanda Schramm por formar parte de mi comité, por todos los consejos y comentarios que han ayudado a la realización de este trabajo. Por toda su comprensión y su apoyo incondicional. Por todas las cosas que me ha enseñando, por su dedicación y su tiempo.

Al Dr. Eric Mellink por formar parte de mi comité, por todos sus consejos y comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo. Por su dedicación, su tiempo, su disponibilidad y su paciencia.

Al Dr. Benjamín Barón por formar parte de mi comité, por todas sus ideas, observaciones y comentarios que sirvieron para mejorar este trabajo.

A Eulogio López por todo su apoyo y ayuda en el trabajo de campo, además de por su amistad, su paciencia, sus consejos y por todos los buenos momentos que hemos pasado. A Guillermo González y Orion por su apoyo en el trabajo de campo. A Ivonne por su gran ayuda en campo, por saber entenderme a pesar de mis problemas con la izquierda y la derecha, por ser en muchos momentos mi memoria, y por hacer más divertidas las salidas de campo. Sin vosotros este trabajo no hubiera sido posible.

A la Dra. Ma. Concepción García por su gran ayuda cuando estaba perdida con los datos, por todo el tiempo que invirtió en ayudarme, además de por su gran amabilidad, paciencia y comprensión. A la Dra. Elena Solana y la M.C. Valentina Franco por dedicarme parte de su tiempo y por sus asesorías. Al M.C. Vicente Ferreira por todos sus consejos.

A Santiago A. Higareda por su amabilidad y disposición para proporcionarme datos que necesité para este trabajo.

A Elisabeth Farias por hacer que todos los trámites resulten siempre más fácil, por saber escuchar y por animarme cuando lo he necesitado. A Don Arturo por preocuparse de que todo ande bien, y por las conversaciones en las tardes de estudio, haciendo más ameno el ratito del descanso. A Ignacio P. Romero Vargas por ofrecerme siempre su apoyo.

Al Sr. Arturo, habitante del estero, por su labor ayudando a mantener limpia la playa, por intentar que las personas no asustaran a las focas y por sus relatos.

A Alex, Cons, Tere y los “Vecinos” (Cejas, Mañe, Shiro y Zambito) por compartir tantos buenos momentos, por su amistad, su apoyo y su ayuda cuando la he necesitado. A los demás compañeros de maestría y amigos, Emi, Cin, Kata, Anita, Betty, Luis,... por compartir conmigo esta aventura.

A Eri por todos los momentos y aventuras que has compartido conmigo, por estar ahí cuando te he necesitado, por aguantarme en los momentos de estrés, por animarme cuando no tenía fuerzas, por todos los momentos de risas a las tantas de la mañana. Muchísimas gracias por todo amiga.

A Fherchi, mi “Tostadita”, por estar siempre conmigo, tanto en los momentos buenos como en los malos, y sobretodo por su gran amistad, que ha sido uno de los hallazgos más importantes de esta aventura. Sin ti nada habría sido igual.

A Álvaro por su apoyo en el comienzo de esta aventura. A Farah, Mawy, Miguel y Ro porque aunque estemos lejos siempre están ahí.

A Hectitor, Churri, Mikita y Ricardo, por ser como mi familia en México, por su apoyo y por todos sus consejos.

A Nicolás por su cariño. Por todos sus consejos, por creer en mí más que yo misma e intentar que yo lo crea. Por los momentos buenos que me has hecho vivir, por sostenerme en los momentos malos y aguantarme en los de crisis. Gracias por compartir todo esto conmigo.

A mi hermana, mi gran amiga, porque siempre puedo recurrir a ella, por su gran apoyo y comprensión por muy locas que sean mis decisiones.

A mis padres por motivarme, apoyarme y enseñarme a luchar para alcanzar mis sueños. Porque por muy grande que sea la distancia que nos separa siempre puedo contar con vosotros.

A mi abuelo porque siempre ha estado ahí para ayudarme en todo lo que podía, por apoyarme en todo lo que he decidido, y por todo el cariño que me ha dado siempre.

Contenido

Resumen	2
Abstract.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos	5
Lista de figuras.....	9
Lista de tablas.....	12
1. Introducción	13
1.1 Descripción de la especie	15
1.1.1 Características morfológicas externas.....	15
1.1.2 Subespecies y distribución	16
1.1.3 Hábitat	17
1.1.4 Filopatría.....	17
1.1.5 Alimentación	18
1.1.6 Reproducción	18
1.1.7 Muda	20
1.2 Antecedentes	23
1.2.1 Estudios sobre la fenología de los nacimientos.....	23
1.2.2 Estudios sobre la fenología de la muda.....	34
1.2.3 Tipo de secuencia que sigue la muda	37
1.2.4 Estudios en México	38
1.3 Justificación.....	39
1.4 Objetivos	40
1.5 Hipótesis	40
2. Material y métodos.....	41
2.1 Zona de estudio	41
2.2 Trabajo de campo	43
2.3 Análisis de los datos.....	48
2.3.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra	48
2.3.2 Fenología de los nacimientos	49

2.3.3 Fenología de la muda	51
2.3.4 Secuencia con que se desarrolla la muda	53
3. Resultados	54
3.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra	54
3.2 Fenología de los nacimientos.....	56
3.3 Fenología de la muda.....	62
3.4 Secuencia con que se desarrolla la muda.....	68
4. Discusión	70
4.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra	70
4.2 Fenología de los nacimientos.....	73
4.3 Fenología de la muda.....	77
4.4 Secuencia con que se desarrolla la muda.....	81
5. Conclusiones	83
Referencias bibliográficas	85
Apéndice. Información sobre la temporada de crías de <i>P. v. richardsi</i>	1

Lista de figuras

Figura 1.	Distribución de las 5 subespecies de <i>Phoca vitulina</i>	16
Figura 2.	Ciclo reproductivo anual de la <i>P. v. richardsi</i>	19
Figura 3.	Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i>	27
Figura 4.	Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> , del Golfo de Alaska a British Columbia.....	28
Figura 5.	Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> , de British Columbia a Washington.....	29
Figura 6.	Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> , de Washington a California.....	30
Figura 7.	Distribución de fechas en las que se encontraron crías de <i>Phoca vitulina richardsi</i> , en México.....	31
Figura 8.	Zona de estudio.....	41
Figura 9.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en premuda A (Foto: Eva M ^a Fernández).....	45
Figura 10.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en premuda B (Foto: Gisela Heckel).....	46
Figura 11.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en premuda C (Foto: Eva M ^a Fernández).....	46
Figura 12.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en muda D (Tipo I) (Foto: Eulogio López).....	46
Figura 13.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en muda E (Tipo II) (Foto: Eulogio López).....	47
Figura 14.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en muda F (Tipo II) (Foto: Gisela Heckel).....	47
Figura 15.	Individuo de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en postmuda (Foto: Eulogio López).....	47

Figura 16.	Número de individuos de <i>P. v. richardsi</i> en tierra, sin incluir las crías ni las crías destetadas (SCC), en las distintas temporadas, en el Estero de Punta Banda.....	55
Figura 17.	Distribución temporal de los nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> de la temporada reproductiva de 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo logístico (Trites, 1992) (—) y los conteos de crías (●).....	57
Figura 18.	Distribución temporal de las crías de <i>Phoca vitulina richardsi</i> de la temporada reproductiva de 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Rothery y McCann (1987) (—) y los conteos de crías (●).....	59
Figura 19.	Distribución temporal de las crías de <i>Phoca vitulina richardsi</i> de la temporada reproductiva de 2011, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Rothery y McCann (1987) (—) y los conteos de crías (●).....	60
Figura 20.	Distribución temporal de las frecuencias relativas acumuladas de los individuos en premuda C (a) y en muda (b) de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo logístico (—) y los datos calculados a partir de los conteos (—).....	64
Figura 21.	Distribución temporal de la proporción de individuos en premuda C (a) y en muda (b) de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación de la curva polinomial (—) y las proporciones observadas (●).....	65
Figura 22.	Distribución temporal de la proporción de individuos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en postmuda en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Thompson y Rothery (1987) (—) y las proporciones observadas (●).....	66
Figura 23.	Número y porcentaje de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en las distintas etapas (a) y categorías (b) de la muda, en el Estero de Punta Banda, 2012.....	69
Figura 24.	Conteos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en el Estero de Punta Banda, 2012.....	72

- Figura 25. Conteos de *Phoca vitulina richardsi* y proporción de individuos en las distintas etapas de la muda, en el Estero de Punta Banda, 2012..... 80
- Figura 26. Añero de *Phoca vitulina richardsi* en muda D (Tipo I), el 1 de junio de 2012, en el Estero de Punta Banda (Foto: Eva M^a Fernández Martín)..... 80

Lista de tablas

Tabla 1.	Categorías de muda en <i>Phoca vitulina richardsi</i> (Daniel et al. 2003).....	45
Tabla 2.	Número de individuos de <i>P. v. richardsi</i> en tierra, incluyendo las crías y las crías destetadas, y sin incluirlas (SCC), en las distintas temporadas, en el Estero de Punta Banda.....	56
Tabla 3.	Parámetros del modelo logístico (Trites, 1992) estimados para los nacimientos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> de 2011, en el Estero de Punta Banda.....	56
Tabla 4.	Parámetros de la temporalidad reproductiva de <i>Phoca vitulina richardsi</i> estimados a partir del modelo de Rothery y McCann (1987), para 2011 y 2012, en el Estero de Punta Banda.....	61
Tabla 5.	Parámetros de la regresión polinomial para la proporción de individuos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en premuda C en el Estero de Punta Banda, en 2012.....	63
Tabla 6.	Parámetros de la regresión polinomial para la proporción de individuos de <i>Phoca vitulina richardsi</i> en muda en el Estero de Punta Banda, en 2012.....	63
Tabla 7.	Parámetros de la temporalidad de la muda de <i>Phoca vitulina richardsi</i> estimados para 2012, en el Estero de Punta Banda.....	67

1. Introducción

La foca común (*Phoca vitulina*) es una de las cuatro especies de pinnípedos, pertenecientes al Orden Carnivora, que se encuentran en la Península de Baja California. De éstas, *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi* son de la familia Otariidae, mientras que *Mirounga angustirostris* y *Phoca vitulina* pertenecen a la familia Phocidae (Maravilla-Chávez y Lowry, 1996).

Estas cuatro especies de pinnípedos se cazaron intensamente desde finales del siglo XVIII y durante el siglo XIX, principalmente para la obtención de aceite, tanto por parte de los pobladores locales como por navegantes rusos, europeos y norteamericanos (Zavala-González y Mellink, 2000; Trejo-Barajas et al. 2002). El gobierno federal mexicano concedía permisos para la cacería de estas especies, como el concedido a Manuel Múgica en 1856, para la caza de focas por un periodo de ocho años (con “focas” se podría estar refiriendo a pinnípedos en general), aunque se cree que la mayoría de las expediciones destinadas a la cacería de estas especies se realizaban sin ningún tipo de permiso (Trejo-Barajas et al. 2002). A principios del siglo XX, el investigador francés León Diguet denunció que estos animales se habían vuelto raros y tendían a desaparecer de la costa oeste de Baja California, debido a las cacerías tan intensas a las que fueron sometidos durante el siglo anterior (Trejo-Barajas et al. 2002).

Debido a los graves problemas causados por la cacería a las poblaciones de estas especies, se encuentran protegidas por la legislación mexicana. En 1988, se prohibió la caza y la captura de estos pinnípedos en el área que comprende la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”, según el Artículo Vigésimo del Decreto por el que se declara la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”, ubicado en el Municipio de Mulegé, BCS (Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAP, PNUD y RDS, 2000). Más tarde, en 1994, se incluyeron en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, la cual determina las especies y subespecies silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección

especial, y establece especificaciones para su protección (SEMARNAT, 1994). En la actualidad, estas especies son consideradas dentro de los grupos animales más importantes para la conservación, tanto en territorio insular como en el territorio costero de México (INE-SEMARNAP, 2000), estando presentes en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Thompson y Härkönen, 2008), y en la mencionada Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002); donde se determina que estas especies se encuentran en las siguientes categorías de riesgo, *Arctocephalus townsendi* “en peligro de extinción”, *Mirounga angustirostris* “amenazada”, y *Zalophus californianus* y *Phoca vitulina* “sujeta a protección especial” (SEMARNAT, 2002).

Pero, a pesar de las iniciativas por parte del gobierno mexicano y aunque se están recuperando de la explotación que sufrieron (Maravilla-Chávez y Lowry, 1996), estas cuatro especies continúan viéndose afectadas por la muerte incidental producida por diversas actividades pesqueras (Northridge, 1985; Woodley y Lavigne, 1991; Zavala-González y Mellink, 1997; INE-SEMARNAP, 2000; Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata, 2006), por su explotación ilegal, por el uso y deterioro del hábitat donde se reproducen, además de poder verse afectadas por actividades turísticas, aunque no se conoce con exactitud su efecto (INE-SEMARNAP, 2000).

La *Phoca vitulina* ha sido poco estudiada en México, aunque debido al problema que ha supuesto para las pesquerías, se han empezado a estudiar más las poblaciones de esta especie (Padilla-Villavicencio, 1990). Los estudios realizados, hasta el momento, se han centrado en determinar su distribución, su abundancia y el estado de la población (Gallo-Reynoso y Aurioles-Gamboa, 1984; Padilla-Villavicencio, 1990; Loya-Salinas et al. 1992; Torres et al. 1995; Maravilla-Chávez y Lowry, 1996; Lubinsky, 2010). Poco se sabe sobre la ecología de la especie en México, incluyendo la temporalidad de su reproducción y su muda, dos aspectos esenciales para atender sus necesidades de conservación.

Los nacimientos y la muda son fenómenos anuales, que se repiten con una alta precisión, en cuanto a fechas (Temte, 1991), ya que se encuentran

controlados por factores tanto bióticos como abióticos (Bigg, 1981), por lo que para referirse al estudio de esta temporalidad se emplea el término fenología. La fenología es “el estudio de la temporalidad de eventos biológicos recurrentes, la interacción de las fuerzas bióticas y abióticas que afectan a estos eventos, y la interrelación entre las fases de la misma o diferentes especies” (Haggerty y Mazer, 2008). El conocimiento de la fenología de los nacimientos y de la muda de la *Phoca vitulina richardsi* es importante para el estudio de la especie, ya que su determinación va a permitir una mejor estimación de la abundancia de esta especie en México. Las estimaciones realizadas hasta ahora en México han sido muy variables y en ocasiones poco fiables, debido probablemente a que los datos se tomaron en distintas temporadas del año, no precisamente en el momento en el que se encuentra el número máximo de individuos en tierra, lo que puede llevar a una subestimación de la población, y a que en la mayoría de los casos no se aplicaron factores de corrección, según la temporada en que se tomaron los datos. En concordancia, este estudio se enfocó en determinar la temporalidad y caracterizar los nacimientos y la muda de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, Baja California.

1.1 Descripción de la especie

1.1.1 Características morfológicas externas

La foca común o de puerto, *Phoca vitulina*, tiene un cuerpo corto y fusiforme, una cabeza robusta con un hocico bastante ancho y largo, y unas aletas cortas con uñas (Stewart, 2002). El pelaje de esta especie es muy variable tanto en la coloración, ya que va desde gris claro a café oscuro y negro, como en el patrón de manchas, que suelen ser numerosas y pequeñas, apareciendo en ocasiones rodeadas por anillos claros (Padilla-Villavicencio, 1990).

La *Phoca vitulina* muestra un dimorfismo sexual poco marcado, en el que el macho es ligeramente más grande que la hembra (Bigg, 1981). Esta diferencia es

tan pequeña, que hace que el tamaño no se suele utilizar como una característica distintiva entre machos y hembras. Los tamaños máximos registrados para esta especie son de 190 cm y 170 kg para machos y de 170 cm y 130 kg para hembras. Las crías nacen con una longitud de 70 a 100 cm, y un peso de 8 a 12 kg (Stewart, 2002). Para *P. v. richardsi* en particular, la longitud promedio de machos es de 161 cm, de hembras 148 cm y de las crías recién nacidas 82 cm; mientras que el peso promedio es de 87 kg, 65 kg, y 10 kg, respectivamente (Bigg, 1969b en Bigg, 1981).

1.1.2 Subespecies y distribución

Se han descrito 5 subespecies de *Phoca vitulina*, las cuales se distinguen por diferencias craneométricas y difieren en su distribución geográfica (Shaughnessy y Fay, 1977). *Phoca v. vitulina* se encuentra desde el norte de Portugal hasta el Mar de Barents, *P. v. concolor* desde el norte de Florida hasta el sur de Groenlandia, *P. v. mellonae* en los lagos Seal (Península de Ungava), Canadá, *P. v. stejnegeri* desde Japón hasta el Mar de Bering y las Islas Aleutianas, y *P. v. richardsi* desde las Islas Aleutianas y el Golfo de Alaska hasta el centro de la costa oeste de Baja California (Scheffer, 1958; Bigg, 1981), concretamente hasta Isla Asunción (Maravilla-Chávez y Lowry, 1996; Lubinsky, 2010; Figura 1).

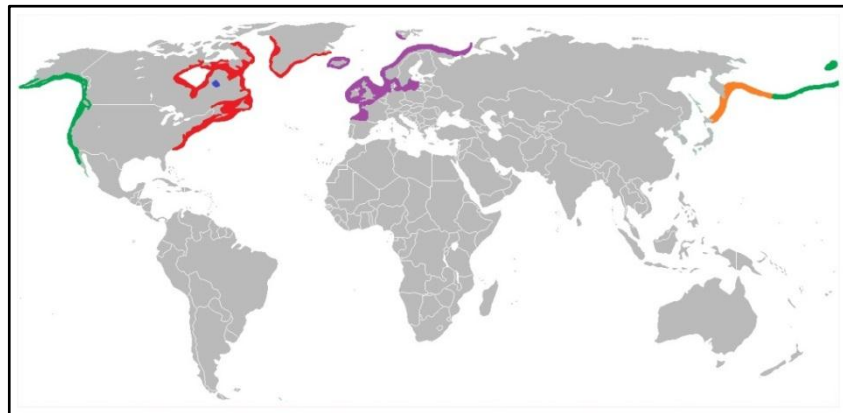


Figura 1. Distribución de las 5 subespecies de *Phoca vitulina*. La distribución de *P. v. vitulina* se muestra en púrpura, la de *P. v. concolor* en rojo, la de *P. v. mellonae* en azul, la de *P. v. stejnegeri* en naranja, y la de *P. v. richardsi* en verde. Basado en Scheffer (1958) y Bigg (1981).

1.1.3 Hábitat

La *Phoca vitulina* utiliza diversos hábitats como lugares de descanso, se puede encontrar tanto en playas de arena y piedra, como en salientes rocosos y bancos de arena, y hasta en témpanos de hielo (Stewart, 2002). Los lugares de descanso de las focas deben ser zonas que les confieran protección, con vías de escape al agua, y donde tengan un fácil acceso al alimento (Scheffer y Slipp, 1944). La foca común se alimenta en lagunas costeras y estuarios, así como en costas rocosas, y fiordos profundos (Stewart, 2002).

En las islas mexicanas, durante la época de reproducción tienen preferencia por playas de canto rodado, protegidas del oleaje y con aguas cercanas de profundidad intermedia. Mientras que en verano cambian su distribución y se localizan, principalmente, en plataformas rocosas, playas de arena y canto rodado, sin parecer ser afectadas por el grado de exposición al oleaje (Arias-Del Razo, 2011).

1.1.4 Filopatría

La *Phoca vitulina* es una especie filopátrica (Schaeff et al. 1999; Härkönen y Harding, 2001) y no se ha observado que realice migraciones estacionales (Stewart y Yochem, 1994). En las hembras la fidelidad por el lugar donde nacieron aumenta con la edad, al contrario que en los machos, que al hacerse más viejos la van perdiendo (Härkönen y Harding, 2001). Las hembras regresan al lugar donde nacieron a reproducirse, de donde no se suelen alejar más de 7 km, durante la temporada de crías (Härkönen y Harding, 2001). Las focas jóvenes se desplazan más que las adultas. Por ejemplo, la distancia media entre los sitios donde salen a tierra a descansar es de 5 a 10 km en adultos y de 10 a 25 km en jóvenes, los cuales pueden llegar a desplazarse hasta 300-500 km (Lowry et al. 2001). La mayoría de los individuos de esta especie se alimentan en un radio de 30 km alrededor de las zonas de descanso (Tollit et al. 1998).

1.1.5 Alimentación

Después del destete, la *Phoca vitulina* se alimenta de crustáceos bentónicos durante un periodo de 6 a 12 semanas (Bigg, 1981). Posteriormente tienen la misma alimentación que los adultos, de tipo oportunista (Bigg, 1981), que incluye crustáceos, cefalópodos, y una gran variedad de peces (Bonner, 1979c; Bigg, 1981), entre ellos algunos de interés comercial, como gádidos, clupeidos, pleuronéctidos y salmónidos (Bonner, 1979c). No beben agua de mar, el 90% del agua dulce la obtienen del alimento (Bigg, 1981).

En Bahía de Monterey, California, sus principales presas son el calamar (*Loligo opalescens*), el pulpo (*Octopus* spp.) y peces bentónicos, como el lenguado moteado (*Citharichthys sordidus*), la congriperla moteada (*Chilara taylori*), el sapo de aleta lucia (*Porichthys notatus*) y la lamprea (*Eptatretus* spp.); en verano los peces roca (*Sebastes* spp.) adquieren gran importancia en su dieta (Trumble, 1995). En Islas del Canal, California, las especies más consumidas son peces roca (*Sebastes* spp.), la congriperla moteada (*Chilara taylori*), el pulpo (*Octopus bimaculatus*), el sapo de aleta lucia (*Porichthys notatus*) y la mojarra brillante (*Cymatogaster aggregata*) (Stewart y Yochem, 1994). Se pueden producir cambios en la composición de la dieta de la foca, éstos son un reflejo de los cambios en la diversidad de especies de la zona (Trumble, 1995; NMFS, 1997).

1.1.6 Reproducción

La *Phoca vitulina* tiene un ciclo reproductivo anual (Bigg, 1969a). La temporada de nacimientos tiene una duración de 1.5 a 2 meses, entre febrero y septiembre, ya que presenta variaciones regionales. La fecha en que comienzan los nacimientos sigue una clina, es decir sufre un cambio gradual debido a la variación de las condiciones ambientales, de forma que primero comienzan los nacimientos en México y por último comienzan en el Golfo de Alaska (Bigg, 1969a; Bigg, 1981). A lo largo de esta clina, cada población conserva su propia temporalidad reproductiva, que puede estar regulada por el fotoperiodo y un ritmo endógeno reproductivo (Bigg, 1972).

Las hembras de esta especie alcanzan la madurez sexual entre los 2 y 5 años, y los machos entre los 3 y 6 años (Bonner, 1979). Las hembras entran en estro 2 semanas después de destetar a sus crías (Bonner, 1979); es decir, de unas 5 a 6 semanas después del parto (Suryan, 1995). El estro tiene una duración de 3 a 5 semanas, durante las cuales se realiza la cópula (Bigg, 1972). Los machos, por el contrario, tienen la capacidad de reproducirse durante 9 meses al año, aproximadamente (Bigg, 1966). El cortejo y la cópula se realizan en el agua (Bigg, 1981). Aunque no se conoce la conducta de apareamiento de manera adecuada, se cree que es poligínica en nivel bajo (Perry y Amos, 1998).

En la *Phoca vitulina*, al igual que en el resto de los pinnípedos, el blastocisto se implanta en el útero aproximadamente 2- 3 meses después de la fecundación, lo que se conoce como implantación tardía (Bonner, 1979). Como consecuencia de esto se observa un periodo de gestación aparente de 10.5 a 11 meses (Bonner, 1979), aunque el periodo de gestación “real” es de sólo 9 meses (Suryan, 1995) (Figura 2). La implantación tardía se considera una estrategia para incrementar el éxito reproductivo, ya que permite que las crías nazcan en la temporada más favorable del año, dependiendo de su localización, lo que hace que aumente su supervivencia (Sandell, 1990).

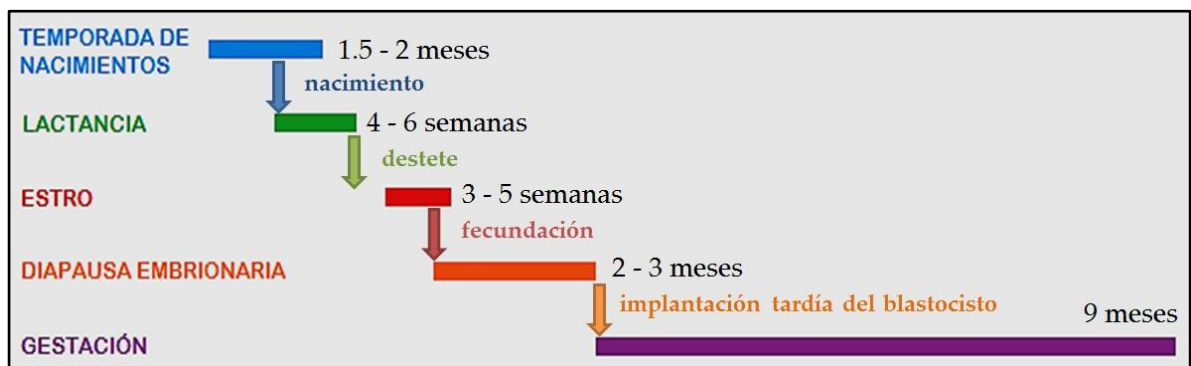


Figura 2. Ciclo reproductivo anual de la *P. v. richardsi*. Se utilizaron como referencias los trabajos de Bigg 1972, Bonner 1979 y Suryan 1995.

Las hembras de *Phoca vitulina* en la temporada de nacimientos forman grupos alejados de la colonia (Newby, 1973), llamados “guarderías” (Suryan,

1995). Sin embargo, cuando se encuentran en tierra, la mayor parte del tiempo los individuos de esta especie suelen formar grupos mixtos en cuanto a sexo y edad, sin una jerarquía social como la presentada por otáridos (Padilla-Villavicencio, 1990).

El periodo de lactancia de la *Phoca vitulina* en general es de 2 a 6 semanas (Bigg, 1981), pero en *P. v. richardsi* es de 4 a 6 semanas (Newby, 1973). Las crías de *Phoca vitulina* son precoces, ya que son capaces de nadar poco después de nacer (Newby, 1973; Bigg, 1981); muestran un fuerte vínculo con su madre durante la lactancia (Bigg, 1981), el cual se rompe drásticamente con el destete. Las crías emiten una especie de balido, a manera de llamado característico para su reconocimiento por la madre (Scheffer y Slipp, 1944; Newby, 1973). Estos llamados entre la cría y su madre son de las pocas vocalizaciones que emite esta especie, ya que se trata del pinnípedo menos vocal (Pouler, 1968 en Bigg, 1981).

1.1.7 Muda

Phoca vitulina posee el sistema completo del pelo de los mamíferos, exceptuando el músculo erector *Pili* (Stutz, 1966; Stutz 1967b). El pelaje, en la foca común, tiene una función de protección ante lesiones provocadas por golpes, roces, y peleas, ocasionados en su vida cotidiana (Stutz, 1966; Ling, 1970). La parte del cuerpo más expuesta a estos daños, debido al roce con el sustrato, es la zona ventral anterior (Stutz, 1966); que coincide con la zona donde la epidermis es más gruesa (Sokolov, 1960a en Stutz, 1966), y es además la primera zona del tronco de la foca que muda (Stutz, 1966). El pelaje en la familia Phocidae, los pinnípedos más adaptados al medio acuático, ha perdido parte o totalmente su función como aislante térmico (Stutz, 1966; Ling, 1970), debido a que su pelo carece de médula y, casi por completo, de fibras secundarias (Scheffer, 1964; Ling, 1965b en Ling 1970). De esta forma, el pelo de las focas, con una superficie lisa, facilita su desplazamiento en el agua, al reducir la fricción (Ling, 1970). También es posible su función como camuflaje, absorción de calor (Ling, 1970) y protección de la radiación solar (Stutz, 1966).

En los pinnípedos, la muda es la “pérdida de la capa externa de piel o pelo, la cual es sustituida por otra capa de nuevo crecimiento” (Stewart, 2002). Este proceso se conoce como “ciclo anual de regeneración del pelo” (Daniel et al. 2003). Lo presentan todos los pinnípedos, sucede una vez al año, durante un tiempo breve; el momento en el que se produce varía en función de la especie y de la población (Ling, 1970; Stewart, 2002). La muda se puede producir poco a poco o puede consistir en la pérdida súbita de grandes cantidades de pelo, lo que se conoce como “muda catastrófica”, este tipo de muda la presentan los elefantes marinos y la foca monje (Ling, 1970; Stewart, 2002). La muda proporciona un pelaje nuevo a las focas, antes de que pasen una temporada larga en el agua durante el invierno (Ling, 1970).

En *P. v. richardsi* la temporada de muda ocurre entre la temporada de crianza y 2 ó 3 meses después de ésta (Bigg, 1981). La duración de la muda individual no se conoce con exactitud, según estudios realizados con focas en cautiverio, con un pequeño número de individuos, se ha determinado que puede durar de 3 semanas a 2.5 meses (Scheffer y Slipp, 1944; Riviere et al. 1977; Ashwell-Erickson et al. 1986). En libertad, se estimó la duración de la muda, de forma individual, de alrededor de tres semanas, pero no se puede considerar del todo real debido al pequeño número de muestra (Thompson y Rothery, 1987).

Durante el ciclo anual de la muda el pelo pasa por tres fases: telógena (fase de reposo), anágena (fase de crecimiento) y catágena (fase de transición) (Stutz, 1966; Stutz 1967b). La muda comienza cuando el pelaje se vuelve de color café claro u oscuro, y pierde las manchas, entonces comienzan a aparecer parches de pelaje nuevo (Stutz, 1966).

Dependiendo de cuál sea la parte del cuerpo por donde las focas comienzan a mudar y por donde terminan de hacerlo, se definen dos tipos de secuencia (Daniel et al. 2003): de Tipo I, en la que el pelo nuevo aparece primero en la cabeza y las aletas, y por último en el tronco; y de Tipo II, en el que el pelo nuevo aparece primero en el tronco, y por último en la cabeza y las aletas (Domínguez-Reza y Schramm, 2011).

Las crías tienen una muda intrauterina (Newby, 1973). Las pocas crías que se observan con lanugo (Antonelis y Fiscus, 1980; Cottrell et al. 2002), posiblemente son crías prematuras (Gjertz y Børset, 1992).

El sexo, la edad y la madurez sexual de cada individuo influyen en el momento en el que comienzan a mudar (Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003), aunque también hay otros factores que pueden influir como son la temperatura, el fotoperíodo y las hormonas (Ling, 1970; Ling, 1972; Ashwell-Erickson et al. 1986; Mo et al. 2000). Las hormonas reproductivas, tanto en machos como en hembras que han alcanzado la madurez sexual, probablemente incidan en la temporalidad de la muda (Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003). En hembras de varias especies el estrógeno actúa como un inhibidor, y la progesterona tiene un efecto estimulante pequeño sobre la actividad folicular (Ling, 1970); en machos, la testosterona puede inhibir el crecimiento del pelo (Mohn, 1958 en Daniel et al. 2003). Esto podría explicar el que la muda de las hembras maduras se produzca durante el periodo de la implantación tardía del blastocisto, donde los niveles de estrógeno son bajos y los de progesterona elevados; y que los machos muden después del apareamiento, cuando bajan los niveles de testosterona (Daniel et al. 2003).

En los individuos adultos, la muda de puede ser influenciada también por la época de reproducción, ya que ésta afecta a la condición corporal de los individuos, en los machos como resultado del apareamiento (Walker y Bowen 1993) y en las hembras por la lactancia (Daniel et al. 2003), que se refleja en una disminución de la grasa corporal (Pitcher, 1986). Por lo tanto, los individuos maduros sexualmente podrían mudar más tarde que las focas inmaduras, al verse afectadas por la demanda energética del ciclo reproductivo (Daniel et al. 2003). Otras hormonas que pueden afectar a la temporalidad de la muda, tanto en individuos maduros como en inmaduros, pueden ser la tiroxina, que estimula el crecimiento del pelaje, y el cortisol, que lo inhibe (Riviere et al. 1977). La liberación del cortisol puede ser causada por una reserva insuficiente de grasa (Ortiz et al. 2003). Otro factor que podría afectar a la temporalidad de la muda, tanto el inicio

como su duración, puede ser la disminución del tiempo invertido en tierra (Daniel et al. 2003).

La razón por la que las focas pasan más tiempo en tierra y más frecuentemente durante la muda, podría ser para conservar más energía, debido a los gastos energéticos requeridos por la muda, para mantener la alta temperatura que necesita la epidermis para la regeneración folicular (Boily 1995). Además, en tierra, la temperatura más cálida, puede permitir que la temperatura de la epidermis sea más elevada, y por tanto acelerar el crecimiento del pelaje (Feltz y Fay, 1966).

1.2 Antecedentes

La mayoría de los estudios sobre *P. v. richardsi* se han realizado en Estados Unidos y Canadá, y se han enfocado en la determinación de su distribución (Hanan, 1996; Henriksen et al. 1997; Brown et al. 2005), su abundancia (Hanan, 1996; Henriksen et al. 1997; Boveng et al. 2003; Brown et al. 2005; Jemison et al. 2006) y el estado de las poblaciones (Bartholomew y Boolootian, 1960; Brown et al. 2005), además de estudios genéticos (Lamont et al. 1996; O'Corry-Crowe et al. 2002).

1.2.1 Estudios sobre la fenología de los nacimientos

La temporalidad de nacimientos de la foca común es distinta según la región (Bigg, 1969a). En el primer estudio que se realizó con respecto a este tema, se reportó que la temporada de nacimientos de *P. v. richardsi* sigue una clina latitudinal, de manera que en México la temporada de nacimientos comienza primero, y se va retrasando al ir hacia el norte, hasta llegar a Washington, donde se produce más tarde (Bigg, 1969a). Por lo tanto, el inicio de la temporada de nacimientos puede producirse entre marzo y agosto, dependiendo del lugar (Bigg, 1969a). También se observó que de Washington a Alaska esta clina ocurría en sentido contrario, es decir, la temporada de nacimientos se va retrasando al ir

hacia el sur (Bigg, 1969a). Veintidós años después de este trabajo, se realizó otro estudio en el que se volvía a revisar la variación latitudinal de la temporada de nacimientos de la foca común, teniendo en cuenta nuevos datos y la clasificación taxonómica aceptada actualmente (Temte et al. 1991). De esta forma, se determinó que la temporalidad de los nacimientos de *P. v. richardsi* sigue tres patrones diferentes, 1) de Alaska al norte de British Columbia, la temporada de nacimientos no presenta ninguna variación latitudinal, 2) en Puget Sound, la temporada de nacimientos se produce aproximadamente dos meses después que en lugares de la misma latitud, y 3) de Washington a México, la temporada de nacimientos presenta una variación latitudinal, desde los 30.4 °N a los 47 °N de latitud, que se puede explicar con la siguiente relación lineal ($R^2 = 0.836$; $P < 0.001$):

$$\text{Fecha de nacimiento (en días secuenciales)} = - 33 + 4.14 (\pm 0.96) \cdot \text{Latitud (}^\circ\text{)}$$

Por tanto, la temporada de nacimientos se producirá 4.1 días más tarde, por grado de latitud hacia el norte (Temte et al. 1991).

Se han realizado diversos estudios sobre la foca común, para intentar conocer cuáles son los factores que determinan la temporalidad de los nacimientos, y los que van a influir en su variación (Bigg, 1972; Temte, 1986, 1991, 1994). El principal factor que todos apuntan como el responsable de esta temporalidad es el fotoperiodo (Bigg, 1972; Temte, 1986, 1991, 1994). La observación de una alta precisión en el momento de los nacimientos, para cada individuo, año tras año, ha llevado a pensar que puede deberse a una regulación ambiental, como es el fotoperiodo (Temte, 1991). El efecto de éste en la temporalidad de los nacimientos se ha comprobado experimentalmente (Bigg, 1972; Temte, 1994). Se comprobó que se puede alterar el momento del nacimiento mediante la manipulación adecuada del fotoperiodo (Temte, 1994). Se demostró que la respuesta al fotoperiodo tiene lugar inmediatamente antes de la implantación del blastocisto, ya que el fotoperiodo señala la reactivación de éste, y por tanto controla el momento de la implantación; resultando de esto, la alta precisión temporal y la dependencia latitudinal de la temporalidad de los

nacimientos (Temte, 1994). Se encontraron diferencias significativas entre los fotoperiodos críticos de *P. v. vitulina* y *P. v. richardsi*, que se atribuye, posiblemente, a una especiación alopátrica (Temte, 1994). Se obtuvo para *P. v. richardsi* un fotoperiodo crítico de 14.3 h/ día, y un periodo de latencia de 283 días (después del cual se produce el parto) (Temte, 1994). Otros factores que se han tenido en cuenta para explicar la temporalidad de los nacimientos, han sido la disponibilidad de alimento y la temperatura (Bigg, 1972; Temte, 1986). La temperatura fue descartada, debido a que se consideró que en el ambiente donde viven las focas las fluctuaciones de temperatura son relativamente pequeñas, y a que existen variaciones regionales (Bigg, 1972), tampoco se encontró que tuviese mucho efecto, según el modelo metabólico desarrollado por Temte (1986). Sin embargo, se propone que la disponibilidad de alimento podría ser el último factor determinante de esta temporalidad (Bigg, 1972; Temte, 1986). También se reportó que la variabilidad genética entre las poblaciones, hace que cada una conserve su propia temporalidad reproductiva, al responder a un fotoperiodo específico (Bigg, 1972). Esta respuesta proporciona un valor adaptativo, al permitir que cada población establezca la temporalidad de su ciclo reproductivo, para que el estro, la fecundación, la implantación, el nacimiento y el destete, se produzcan en el mejor momento para la supervivencia (Bigg, 1972). Se han encontrado diferencias dentro de la subespecie *P. v. richardsi* en cuanto a la temporalidad de los nacimientos (Temte, 1986, 1994), se propuso su división en tres grupos: alta latitud, Puget Sound y baja latitud (Temte, 1994); atribuyendo estas diferencias a que esta subespecie está compuesta por al menos 3 poblaciones reproductivamente aisladas (Temte, 1986), cada una con su propio fotoperiodo crítico; y se señaló que esto podía ser debido a una especiación parapátrica (Temte, 1994).

Mediante un estudio filogenético realizado entre las focas de las costas de Washington, Oregon, California y Puget Sound, se encontró que las focas de Puget Sound poseían linajes únicos divergentes, que no se encontraban en las focas de las otras zonas, lo que podría explicar las diferencias en cuanto al

momento en que se produce la temporada de nacimientos, ya que en Puget Sound se retrasa bastante en comparación con las otras zonas (Lamont et al. 1996). Posteriormente se realizó otro estudio en el que se combina la fenología de los nacimientos y la variabilidad genética, en las focas de las aguas interiores y costeras de Washington (Huber et al. 2010). Los resultados obtenidos, confirmaron las diferencias existentes entre la población costera y la de aguas interiores (Puget Sound), encontrando además importantes diferencias genéticas dentro de las aguas continentales (Puget Sound), obteniendo por tanto cuatro grupos genéticamente distintos en el estado de Washington (aguas costeras, Hood Canal, Isla Gertrude y el resto de aguas interiores) (Huber et al. 2010).

En muchos estudios se hace referencia a la temporada de nacimientos. Aunque no estudien concretamente la fenología de ésta, proporcionan información del inicio de los nacimientos, la cual se ha recogido en el Apéndice, y en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7. Las primeras crías se registran en México, durante el mes de enero, mientras que en Puget Sound la temporada de nacimientos comienza en último lugar, no produciéndose en algunas zonas hasta agosto.

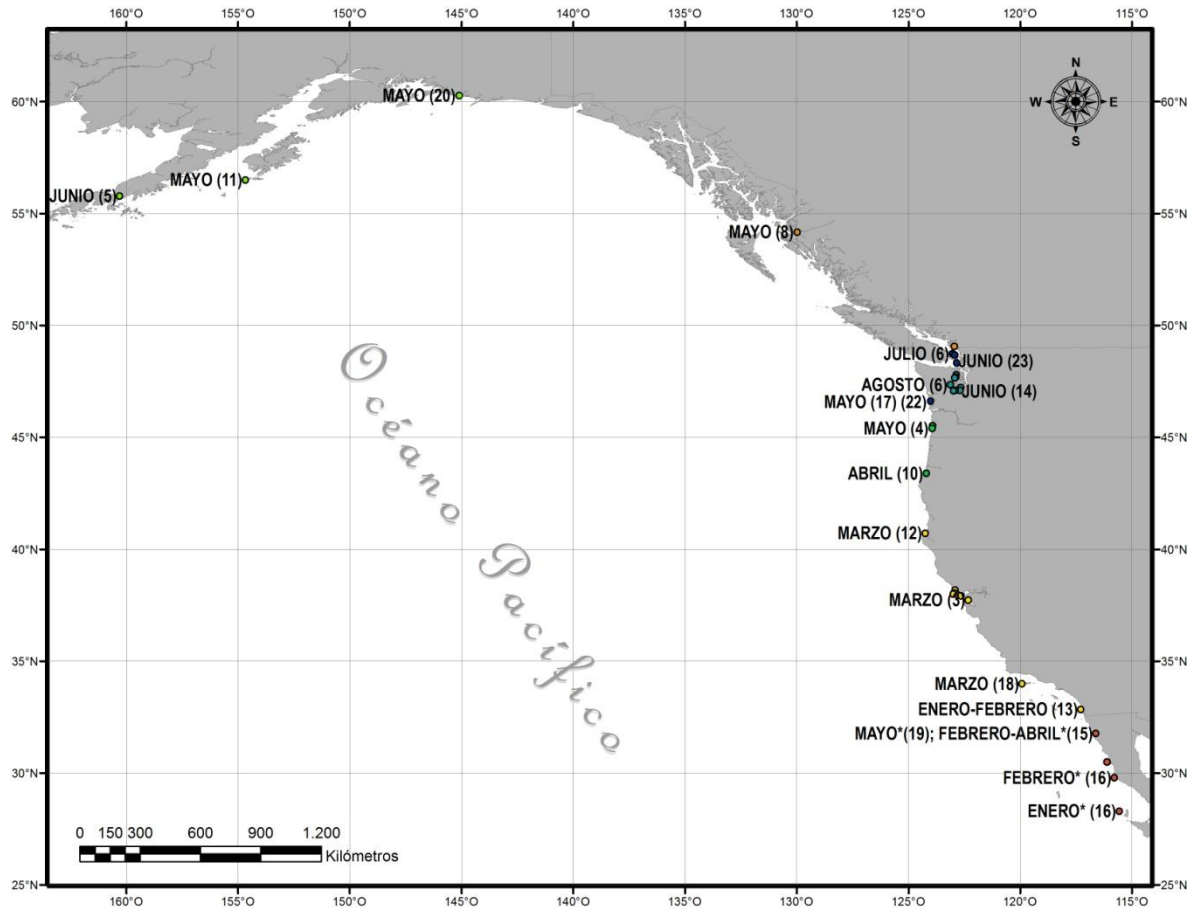


Figura 3. Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de *Phoca vitulina richardsi*.

(1) Allen, 1980; (2) Bigg, 1966; (3) Bohorquez, 2001; (4) Brown y Mate, 1983; (5) Burns, 1970; (6) Calambokidis et al. 1978; (7) Codde et al. 2011; (8) Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990; (9) Flynn et al. 2009; (10) Graybill, 1981; (11) Jemison y Kelly, 2001; (12) Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991; (13) La Jolla Friends of the Seals, 2011; (14) Lambourn et al. 2010; (15) Loya-Salinas et al. 1992; (16) Lubinsky, 2010; (17) Newby, 1966; (18) Odell, 1971; (19) Padilla-Villavicencio, 1990; (20) Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979; (21) Scheffer, 1974; (22) Scheffer y Slipp, 1944; (23) Suryan, 1995.

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

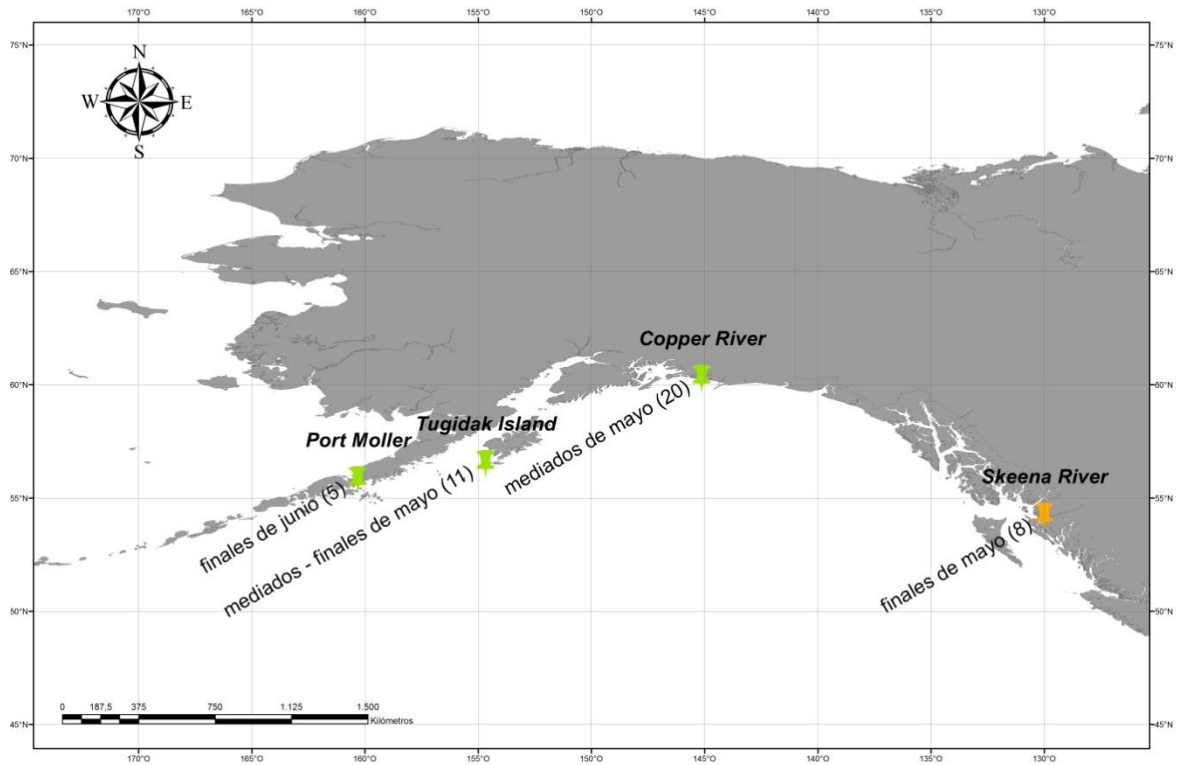


Figura 4. Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de *Phoca vitulina richardsi*, del Golfo de Alaska a British Columbia.

(1) Allen, 1980; (2) Bigg, 1966; (3) Bohorquez, 2001; (4) Brown y Mate, 1983; (5) Burns, 1970; (6) Calambokidis et al. 1978; (7) Codde et al. 2011; (8) Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990; (9) Flynn et al. 2009; (10) Graybill, 1981; (11) Jemison y Kelly, 2001; (12) Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991; (13) La Jolla Friends of the Seals, 2011; (14) Lambourn et al. 2010; (15) Loya-Salinas et al. 1992; (16) Lubinsky, 2010; (17) Newby, 1966; (18) Odell, 1971; (19) Padilla-Villavicencio, 1990; (20) Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979; (21) Scheffer, 1974; (22) Scheffer y Slipp, 1944; (23) Suryan, 1995.

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

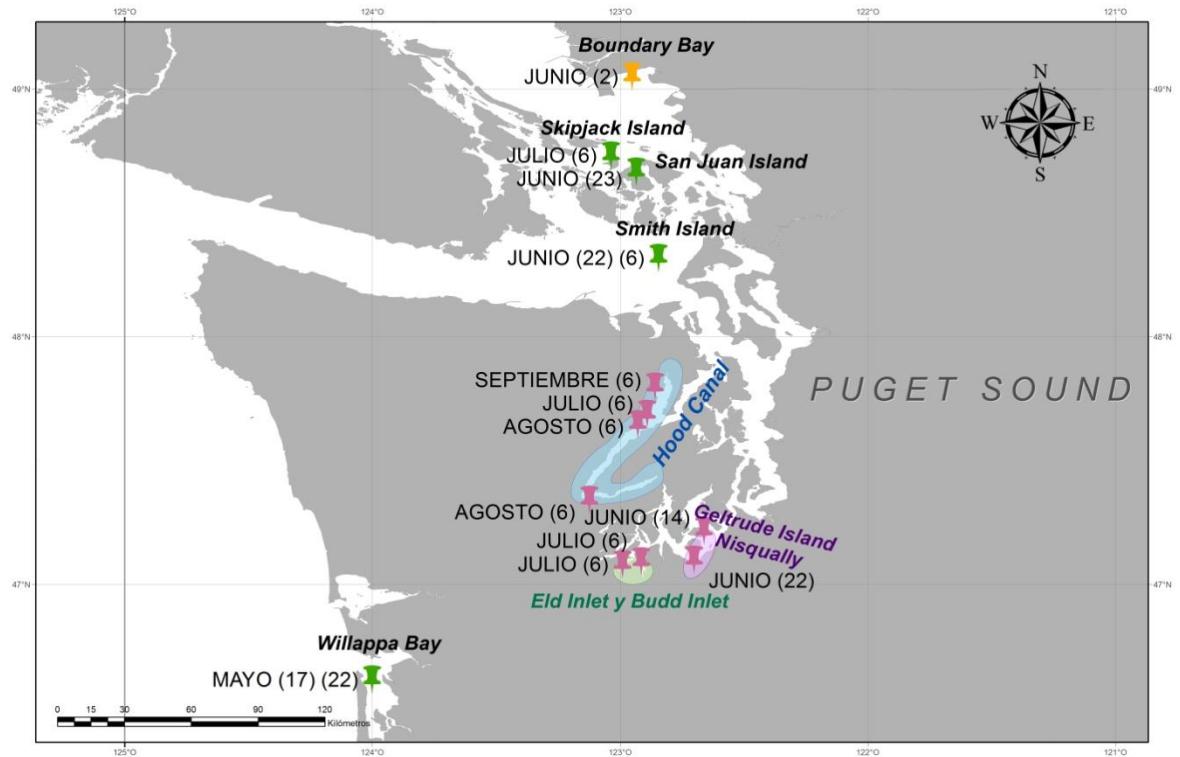


Figura 5. Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de *Phoca vitulina richardsi*, de British Columbia a Washington.

(1) Allen, 1980; (2) Bigg, 1966; (3) Bohorquez, 2001; (4) Brown y Mate, 1983; (5) Burns, 1970; (6) Calambokidis et al. 1978; (7) Codde et al. 2011; (8) Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990; (9) Flynn et al. 2009; (10) Graybill, 1981; (11) Jemison y Kelly, 2001; (12) Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991; (13) La Jolla Friends of the Seals, 2011; (14) Lambourn et al. 2010; (15) Loya-Salinas et al. 1992; (16) Lubinsky, 2010; (17) Newby, 1966; (18) Odell, 1971; (19) Padilla-Villavicencio, 1990; (20) Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979; (21) Scheffer, 1974; (22) Scheffer y Slipp, 1944; (23) Suryan, 1995.

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

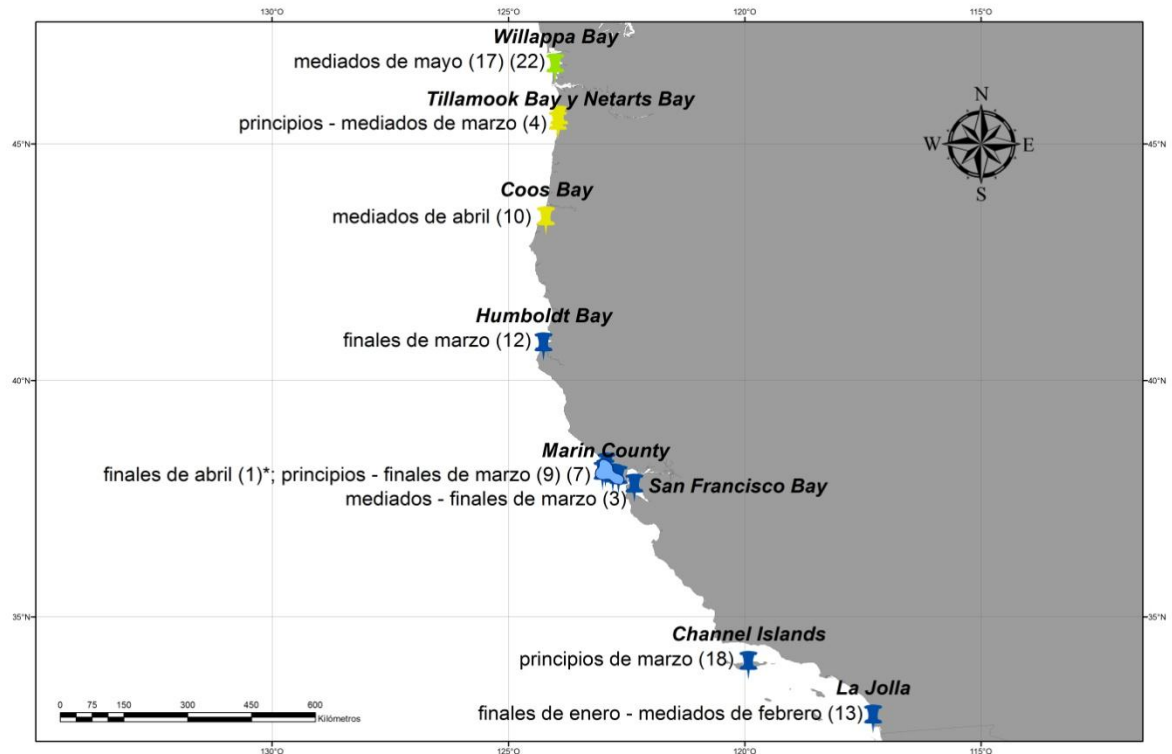


Figura 6. Distribución del inicio de la temporada de nacimientos de *Phoca vitulina richardsi*, de Washington a California.

(1) Allen, 1980; (2) Bigg, 1966; (3) Bohorquez, 2001; (4) Brown y Mate, 1983; (5) Burns, 1970; (6) Calambokidis et al. 1978; (7) Codde et al. 2011; (8) Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990; (9) Flynn et al. 2009; (10) Graybill, 1981; (11) Jemison y Kelly, 2001; (12) Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991; (13) La Jolla Friends of the Seals, 2011; (14) Lambourn et al. 2010; (15) Loya-Salinas et al. 1992; (16) Lubinsky, 2010; (17) Newby, 1966; (18) Odell, 1971; (19) Padilla-Villavicencio, 1990; (20) Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979; (21) Scheffer, 1974; (22) Scheffer y Slipp, 1944; (23) Suryan, 1995.

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

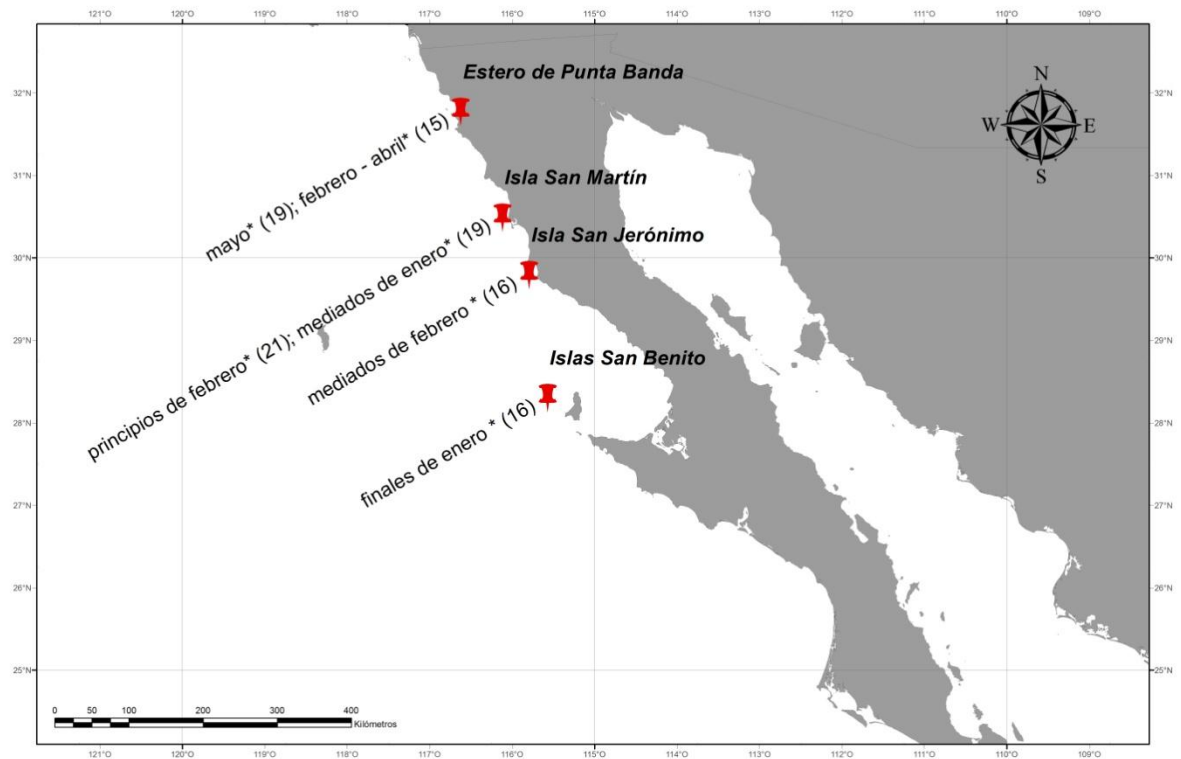


Figura 7. Distribución de fechas en las que se encontraron crías de *Phoca vitulina richardsi*, en México.

(1) Allen, 1980; (2) Bigg, 1966; (3) Bohorquez, 2001; (4) Brown y Mate, 1983; (5) Burns, 1970; (6) Calambokidis et al. 1978; (7) Codde et al. 2011; (8) Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990; (9) Flynn et al. 2009; (10) Graybill, 1981; (11) Jemison y Kelly, 2001; (12) Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991; (13) La Jolla Friends of the Seals, 2011; (14) Lambourn et al. 2010; (15) Loya-Salinas et al. 1992; (16) Lubinsky, 2010; (17) Newby, 1966; (18) Odell, 1971; (19) Padilla-Villavicencio, 1990; (20) Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979; (21) Scheffer, 1974; (22) Scheffer y Slipp, 1944; (23) Suryan, 1995.

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

En Isla Tugidak, Alaska, con base en información de 10 años, al comparar datos demográficos con la fenología de los nacimientos, se vio que durante los años 1976-1979, en los que se produjo un descenso de la población de *P. v. richardsi*, también se observó una mayor tasa de abandono de las crías, y un retraso en la temporada de nacimientos, en comparación con los años 1994-1998, en los que se observó un aumento de la población, durante los cuales se pudieron observar aproximadamente el mismo número de individuos en la temporada de nacimientos y en la de muda, a diferencia de los años anteriores, lo que se achacó a un posible cambio en la demografía (Jemison y Kelly, 2001). Debido al aumento de la tasa de abandono, al haberse registrado deficiencias en la dieta del lobo marino de Steller, y al encontrarse ésta solapada con la de la foca común, llevó a pensar que cambios ambientales, como por ejemplo cambios en la disponibilidad de alimento, se podrían reflejar en cambios en la fenología de los nacimientos, hasta por más de dos semanas en el momento en el que se produjo el máximo número de crías (Jemison y Kelly, 2001). Además, se observó que los nacimientos de las focas comenzaron en mayo (mediados o finales - principios de junio) y el número máximo de crías se encontró en junio (mediados o finales) (Jemison y Kelly, 2001).

En Isla San Juan, Washington, se estudió la fenología de los nacimientos en 3 zonas, durante 1991 y 1992 (Suryan, 1995). En Isla Skipjack y Clements Reef no se observó ninguna tendencia del número de adultos y subadultos en tierra relacionada con el número de crías, mientras que en Isla Puffin, donde se encontró un mayor número de crías, sí se observó una tendencia, aunque fuera de la temporada de nacimientos se detectó el número máximo de adultos y subadultos en tierra, en esta zona también se pudo ver un área que fue utilizada especialmente para la crianza (Suryan, 1995). En las tres zonas los conteos diarios fueron muy variables, y no se pudo encontrar un pico de abundancia de crías bien definido durante la temporada de nacimientos (Suryan, 1995). Se encontraron crías con lanugo del 4 de mayo hasta el 11 de julio, la temporada de nacimientos comenzó de principios a mediados de junio, y el máximo número de

crías se encontró durante la última semana de julio y la primera de agosto, de manera que en este estudio se proponen estas dos semanas como las más adecuadas si se desean hacer reconocimientos aéreos para el conteo del número de crías (Suryan, 1995).

En Bahía de San Francisco, California, se estudió la fenología de los nacimientos de la foca común durante 3 años (Bohorquez, 2001). Se pudo observar el efecto de El Niño y La Niña, tanto en la abundancia de crías, la duración de la lactancia y la tasa de crecimiento de las crías como en la fenología de los nacimientos (Bohorquez, 2001). En 1998 se produjo un evento El Niño, en 1999 comenzó este estudio coincidiendo con un año La Niña/ post- El Niño, continuó en 2000, año post-La Niña, hasta el 2001, que fue el primer año de recuperación de estas condiciones extremas (Bohorquez, 2001). En cuanto al número de crías, se observa una disminución, en los años siguientes a condiciones ambientales pobres (menor disponibilidad de alimento), en este caso durante 1999 y 2000 el número de crías es menor que en 2001 (Bohorquez, 2001). La disminución de la disponibilidad de alimento también se vio reflejada en una disminución de las tasas de crecimiento durante la temporada de cría de 1999 y 2000, en 2001 se observa una mayor duración de la lactancia, explicado por un aumento de la disponibilidad de nutrientes y/o unas condiciones ambientales más favorables que en los años anteriores, reflejado al observarse durante más tiempo a las madres con sus crías (Bohorquez, 2001). En cuanto a la fenología de los nacimientos, se observa que el máximo de crías se fue adelantando (principios de mayo en 1999, finales de abril en 2000 y mediados de abril en 2001), esto se explica porque cuando las condiciones ambientales son mejores las hembras alcanzan antes el umbral de su condición corporal; sin embargo, esto no se refleja en la fecha en que comienzan los nacimientos, ya que se produce a mediados de marzo, en 1999, y a finales de marzo, en 2000 y 2001 (Bohorquez, 2001). Finalmente, se concluye que la condición corporal de las hembras tiene un efecto considerable sobre la abundancia de crías, las fechas de los nacimientos y la tasa de crecimiento de las crías, durante los años en los que las condiciones

ambientales no son favorables, esto hace que los sitios donde las focas salen a tierra (“haul-out”) sean de mayor importancia estos años (Bohorquez, 2001).

En La Jolla (San Diego), California, se ha llevado a cabo un registro de los nacimientos de *Phoca vitulina* desde el año 2008 al 2011. El inicio de éstos, sin tomar en cuenta el nacimiento de prematuros, ha variado entre el día 25 de enero y el 10 de febrero (La Jolla Friends of the Seals, 2011).

Se han realizado estudios sobre la fenología de los nacimientos de *P. v. vitulina* (Gjertz y Børset, 1992; Thompson y Wheeler, 2008; Reijnders et al. 2010). En el Mar de Wadden se observó un cambio en la temporalidad de los nacimientos el cual se atribuyó a un aumento de la disponibilidad de alimento, lo que produciría una mejora de la condición corporal de las hembras, en el periodo previo a la implantación del blastocisto, provocando una reducción de la diapausa embrionaria (Reijnders et al. 2010). También, se ha estudiado la fenología de los nacimientos de *P. v. concolor* (Dubé et al. 2003; Bowen et al. 2003). En Río St. Lawrence encontraron que el inicio de los nacimientos a mediados de mayo coincidía con un aumento de la temperatura mínima promedio del aire por encima de 2 °C (Dubé et al. 2003). Esto coincide con la neutralidad térmica de las crías de foca común, que en el aire se encuentra entre los 2 y 25 °C (Miller y Irving, 1975). En Isla Sable se produjo un cambio en la fenología de los nacimientos y un aumento de la estructura de edad de las hembras que tenían crías, lo que les llevó a pensar que estaba indicando posiblemente una reducción del reclutamiento de la población reproductora y una disminución del alimento disponible (Bowen et al. 2003).

1.2.2 Estudios sobre la fenología de la muda

La fenología de la muda ha sido poco estudiada, en algunos trabajos se ha registrado el periodo en el que la muda ha sido observada, como por ejemplo en el Golfo de Alaska, que se produce desde principios de junio a principios de octubre (Pitcher y Calkins, 1979); en Isla Tugidak (Alaska), se da de julio a septiembre (Jemison y Kelly, 2001); en Alaska-Canadá-Washington, la mayoría se registró de

agosto a octubre (Stutz, 1966); en Isla Skipjack (Puget Sound), tiene lugar a finales de agosto (Calambokidis et al. 1978); en Bahías de Netarts y Tillamook (Oregon), se produce de finales de julio a principios de septiembre (Brown y Mate, 1983); y en Maryn County (California), se da de principios de junio a finales de julio (Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011). Sin embargo, la mayoría de estas temporadas de muda se basan en observaciones parciales, sin llegar a conocerse con exactitud la temporalidad de la muda en muchas regiones. En la mayoría de los lugares, el máximo número de individuos en tierra se produce durante la temporada de muda (Brown y Mate, 1983; Jemison y Kelly, 2001; Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011).

Se conoce poco acerca del control ambiental de la muda en focas. Mediante un estudio realizado en cautividad, en el que se manipuló el fotoperiodo y la temperatura, se comprobó que las focas sólo mudaron el año en el que fueron sometidas a un fotoperiodo estacional natural, sin embargo no se pudo apreciar ningún efecto de la temperatura en la muda (Mo et al. 2000).

La fenología de la muda de la foca común fue por primera vez estudiada en *Phoca vitulina vitulina*, en Orkney, Escocia, desde principios de junio a finales de septiembre en 1985 (Thompson y Rothery, 1987). La muda se observó del 7 de junio hasta el 16 de septiembre (Thompson y Rothery, 1987). No se pudo determinar con exactitud la duración de la muda individualmente, debido al pequeño tamaño de muestra, pero se estimó una duración máxima de 19 a 33 días (Thompson y Rothery, 1987).

La fenología de la muda, en *Phoca vitulina richardsi*, sólo ha sido estudiada en Isla Tugidak, Alaska, durante un periodo de 3 años (Daniel et al. 2003). Se estableció un criterio de clasificación para las distintas etapas de la muda (ver "Material y métodos") (Daniel et al. 2003). Se reportó que el número de focas en tierra se relacionó positivamente con la proporción de focas mudando, y negativamente con la proporción de focas que estaban en postmuda (Daniel et al. 2003). Se registró el número máximo de individuos mudando entre el 2 de agosto y el 2 de septiembre, durante 1997-1999 (Daniel et al. 2003). Se observó un

pequeño cambio en la temporalidad de la muda en 1999, el cual explicaron que pudo deberse a la condición corporal de las focas, apoyándose en el estudio realizado por Jemison y Kelly, 2001 (Daniel et al. 2003).

La diferencia en la temporalidad de la muda con respecto al sexo y edad de los individuos ha sido mencionada en distintos estudios (Scheffer y Slipp, 1944; Stutz, 1966; Stutz, 1976b; Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003). El primero en reportar la existencia de una diferencia en esta temporalidad fue Havinga, en 1933, que observó que los juveniles mudaban en julio, mientras que los adultos lo hacían en agosto y septiembre, en Holanda (Scheffer y Slipp, 1944; Thompson y Rothery, 1987). Se realizó un estudio, sobre la muda y el pelaje de *Phoca vitulina richardsi* (Stutz, 1966). Las muestras en las que se basa este estudio, procedían de empresas dedicadas a la comercialización de pieles, que obtenían en diversos puntos desde Alaska hasta Washington (Stutz, 1966). En este estudio, a diferencia del anterior, no encontraron diferencias significativas en la temporalidad de la muda entre las distintas clases de edad y sexo (Stutz, 1966; Stutz, 1976b). Esto pudo deberse a que las diferencias que se podrían observar dentro de una población, se enmascaran al tener juntas muestras de muchas poblaciones (Thompson y Rothery, 1987); y también a la imposibilidad de distinguir el sexo y la edad en muchas pieles (Stutz, 1966). Thompson y Rothery, en 1987, y Daniel et al. en 2003, determinaron el orden en que mudan las focas, dependiendo del sexo y la edad. Ambos coinciden en que los añeros mudan primero y los machos adultos al final, pero no coinciden en el momento en que mudan las hembras con respecto a los subadultos, aun así estos órdenes no son directamente comparables (Daniel et al. 2003), ya que las clases de sexo-edad que utilizan no son las mismas en los dos estudios, en uno tiene en cuenta a las hembras adultas y subadultas en el mismo grupo (Thompson y Rothery, 1987), mientras que en el otro agrupa en una misma categoría a los subadultos machos y hembra (Daniel et al. 2003). De esta forma, unos reportaron que las hembras mudaban antes que los machos subadultos (Thompson y Rothery, 1987), mientras que otros determinaron que mudaban antes los subadultos que las hembras

adultas (Daniel et al. 2003). Además, proponen que las diferencias observadas en la temporalidad de la muda parecían estar relacionadas con el estado reproductivo, pudiendo ser resultado de las variaciones en los niveles de las hormonas sexuales (Thompson y Rothery, 1987).

1.2.3 Tipo de secuencia que sigue la muda

La muda en muchas especies sigue unos patrones bien definidos (que incluyen dónde comienza la muda, cómo progresa, y cuál es la última zona que mudan) (Ling, 1970). Estos patrones, o tipos de secuencia, que sigue la muda pueden ser muy variables entre especies, subespecies y grupos taxonómicos, ya que pueden ser completamente distintos o muy semejantes entre ellos (Ling, 1970). El tipo de secuencia con que progresa la muda no ha sido casi estudiado desde el punto de vista filogenético y evolutivo, a pesar de haber sido descrita una secuencia bien definida para muchas especies (Ling, 1970). Por tanto, su valor adaptativo sólo se puede especular (Ling, 1970). Por ejemplo, en especies como la foca se propone que tiene la función de mejorar su movilidad en el agua (Ling, 1970).

Para la *Phoca vitulina* se han descrito dos patrones de muda (Daniel et al. 2003; Domínguez-Reza y Schramm, 2011). El más descrito es la secuencia Tipo I; en la que la muda comienza por los orificios corporales, la cabeza y las aletas; posteriormente continúa por el tronco de la foca, progresando de la zona ventral a la dorsal; siendo la última zona que mudan, dos parches laterales (Scheffer y Slipp, 1944; Stutz, 1967b; Riviere et al. 1977; Riviere, 1978; Ashwell-Erickson et al. 1986; Daniel et al. 2003).

La secuencia Tipo I ha sido descrita en individuos en cautiverio (Scheffer y Slipp, 1944; Riviere et al. 1977; Riviere, 1978), y es predominante en Canadá (Stutz, 1967b), Alaska (Ashwell-Erickson et al. 1986; Daniel et al. 2003) y Washington (Moss, 1992 en Daniel et al. 2003). Mientras que la secuencia Tipo II, donde la muda comienza en el tronco de la foca, y termina en la cabeza y las

aletas, sólo ha sido predominante en México (Domínguez-Reza y Schramm, 2011).

1.2.4 Estudios en México

Se han realizado escasos estudios sobre *P. v. richardsi* en México, la mayoría de éstos han sido con el fin de determinar su distribución, abundancia y el estado de la población (Gallo-Reynoso y Auriolos-Gamboa, 1984; Padilla-Villavicencio, 1990; Loya-Salinas et al. 1992; Torres et al. 1995; Maravilla-Chávez y Lowry, 1996; Lubinsky, 2010). Además, se han estudiado aspectos de la reproducción (Padilla-Villavicencio, 1990) y del uso de hábitat (Arias-Del Razo, 2011).

En 1973, durante una expedición en Isla San Martín, el día 16 de febrero se observaron 13 crías, de las cuales 4 estaban muertas y 9 vivas. Debido a su tamaño y la manera de nadar, se determinó que las mayores habrían nacido en torno al 10 de febrero (Scheffer, 1974).

El primer informe sobre la existencia de una población reproductora en el Estero de Punta Banda se realizó en 1990. En este estudio se estimó que la temporada de nacimientos de *P. v. richardsi* en México comprendió los meses de enero a abril, basándose en observaciones parciales en distintos lugares (Padilla-Villavicencio, 1990). La primera cría viva fue observada el 12 de enero de 1985 en la “Laguna de las Focas”, registrándose la mayoría de las crías en febrero y marzo, y las últimas en mayo, en el Estero de Punta Banda, donde se contaron 13 crías. Además, se estimó una población de 75 individuos, en el Estero de Punta Banda entre 1982 y 1985 (Padilla-Villavicencio, 1990). Por otro lado, entre 1988 y 1990 se estimó una abundancia promedio de 52 individuos, con importantes variaciones estacionales, dándose las mayores abundancias en invierno y primavera, lo que se le atribuyó a los movimientos de las focas hacia otras zonas de agrupación cercanas y al período reproductivo (Loya-Salinas et al. 1992). Se observaron crías durante los meses de febrero a abril (Loya-Salinas et al. 1992). La estimación de abundancia más reciente de *Phoca vitulina* en el Estero de Punta

Banda fue de 45 individuos, durante la época reproductiva en 2009 (Lubinsky, 2010). En este trabajo, también se sugirió, a partir de observaciones parciales, que la temporada reproductiva se extiende desde la tercera semana de enero hasta el mes de marzo, y que la muda comienza en el mes de marzo y termina en junio (Lubinsky, 2010). Aunque existen estimaciones, en México no se ha determinado con exactitud la temporalidad de los nacimientos y de la muda, ya que no se ha realizado, en esta zona, ningún estudio en particular sobre la fenología de estos fenómenos, hasta la fecha.

1.3 Justificación

Para estimar la abundancia de las poblaciones de *Phoca vitulina* es importante precisar en qué fechas se encuentra el mayor número de individuos en tierra; éstas se van a localizar en la temporada de nacimientos, cuando las hembras están alimentando a sus crías y los machos están esperando para reproducirse (Bonnes et al. 2006), y en la temporada de muda, ya que en esta época del año es en la que pasan más tiempo descansando (Daniel et al. 2003; Burns, 2009). Al conocer estos datos de temporalidad, se pueden calcular factores de corrección según las fechas en que se realizan los conteos para la estimación de abundancia. Los estudios de abundancia son importantes para conocer el estado de las poblaciones, siendo una información necesaria para la conservación de esta especie.

Es importante conocer qué tipo de secuencia de la muda es predominante en la zona de estudio, para poder identificar las distintas etapas de la muda, en el momento del muestreo. Esto es necesario tanto para la determinación y el uso de estos factores de corrección, con respecto a la muda, como para el estudio de la fenología de la muda.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Determinar la temporalidad y caracterizar los nacimientos y la muda de *Phoca vitulina richardsi* en el Estero de Punta Banda.

1.4.2 Específicos

1. Determinar la temporada en la que se pueden encontrar más individuos adultos e inmaduros en tierra.
2. Determinar las fechas de inicio y fin de la temporada de crías.
3. Identificar el momento en el que se encuentra el número máximo de crías.
4. Describir la secuencia predominante con que se desarrolla la muda en la población de foca común en el Estero de Punta Banda.
5. Describir la temporalidad de las distintas etapas de la muda.
6. Identificar el período en el que se encuentra el número máximo de individuos mudando.

1.5 Hipótesis

La temporada de muda es en la que se pueden encontrar más individuos adultos e inmaduros en tierra.

Los nacimientos de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, comienzan entre mediados de enero y principios de febrero, mientras que el máximo de crías se produce a finales de febrero.

La muda de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, comienza en febrero y finaliza en junio.

La secuencia de la muda de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, comienza con la renovación de pelaje del tronco, y termina con el de la cabeza y las aletas.

2. Material y métodos

2.1 Zona de estudio

El Estero de Punta Banda ($31^{\circ} 42' a 31^{\circ} 47' N$ y $116^{\circ} 37' a 116^{\circ} 40' W$) se localiza en el noroeste de la Península de Baja California, en la zona suroeste de la Bahía de Todos Santos, a 13 km de Ensenada aproximadamente (Figura 8). En esta zona el clima es de tipo mediterráneo templado, caracterizado por un régimen de veranos cálidos e inviernos fríos con lluvias (Martínez-Inostros, 1994), durante los cuales se capta cerca del 36% de la precipitación, siendo la precipitación media anual de 296 mm. La temperatura media anual es de $16.7^{\circ} C$, con una temperatura máxima de $23^{\circ} C$ y una mínima promedio de 10 a $11^{\circ} C$ (Proesteros, 2005).

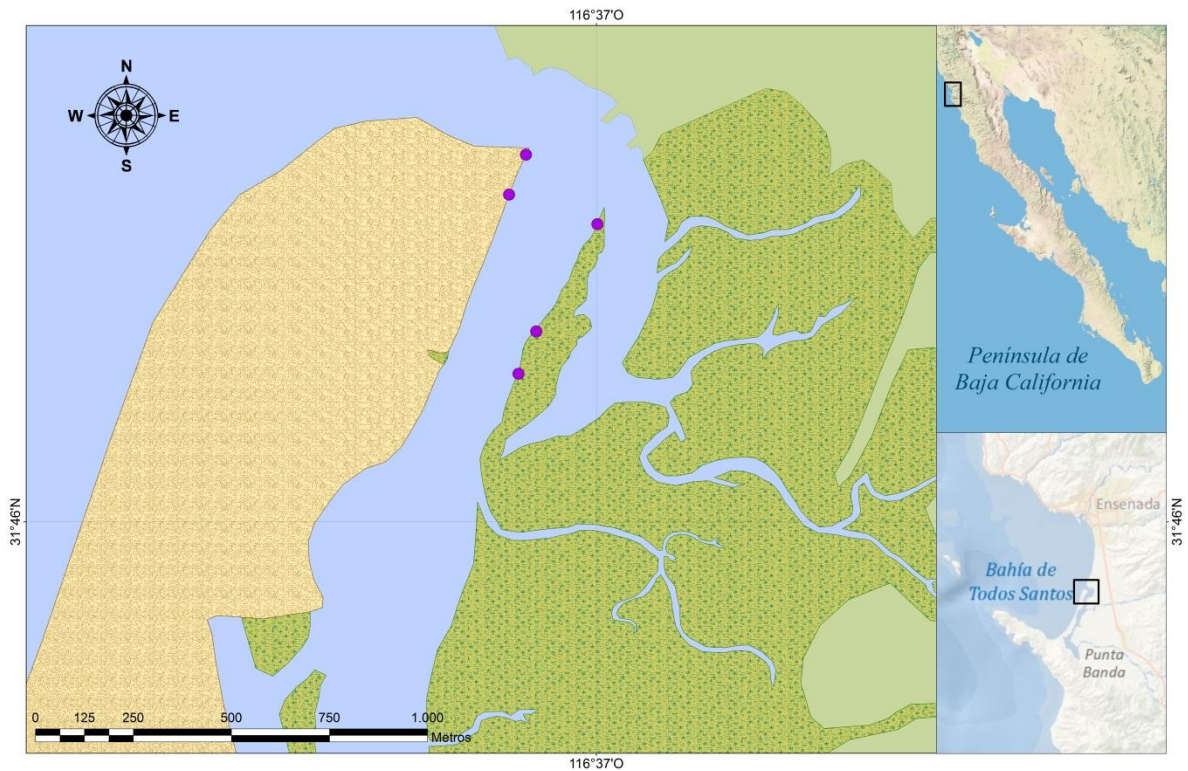


Figura 8. Zona de estudio. Ubicación de la colonia de focas (●).

El Estero de Punta Banda es un ambiente costero-lagunar representativo de la ecorregión californiana, debido a que mantiene hábitats de playa arenosa, dunas costeras, áreas salinas, áreas marinas y marisma baja, media y alta, los cuales no se encuentran alterados significativamente por la acción humana, en el área delimitada como Área de Protección Estero de Punta Banda (Proesteros, 2005).

El régimen de mareas de esta zona es semidiurno, con un rango promedio de marea de 1 m, lo que hace que la profundidad del estero disminuya en bajamar media a una profundidad de entre 6 y 1 m dependiendo de la sección del mismo, y ocasiona que queden al descubierto planicies arenosas y lodosas con marisma (Pritchard et al. 1978). El movimiento del agua en el estero es causado únicamente por las mareas y el viento, que ocasionan una velocidad máxima de la corriente de marea en la boca del estero de 1.2 m/s en mareas primaverales, misma que disminuye hacia la cabeza del estero (Paz-Vela, 1978). El tiempo de residencia del agua dentro del estero afecta los parámetros fisicoquímicos de ésta y su productividad; en cada ciclo de marea se puede llegar a renovar el 60% del agua (Paz-Vela, 1978). El tiempo de residencia del agua al igual que la concentración de nutrientes, la salinidad, y la temperatura son más altas en la cabeza del estero que en la boca (Martinez-Inostros, 1994). El intervalo anual de salinidad es de entre 33.2 y 37.4 ppm, en condiciones normales (Paz-Vela, 1978).

El estero es lo que se llama una “laguna neutra”, ya que las densidades del agua son iguales o casi iguales a las de mar abierto (Pritchard et al. 1978). Esto se debe a que no presenta aportes de agua dulce permanentes, aunque cuando llueve se muestran dos afluentes, el arroyo La Grulla que desemboca al sureste del estero, y el arroyo San Carlos, que desemboca en la boca del estero (Proesteros, 2005).

El estero es un área de refugio para focas, albergando también poblaciones de aves migratorias y aves residentes, y además funciona como criadero para peces de importancia comercial. En el estero se encuentran 45 especies de peces, las más abundantes son la anchoa alta (*Anchoa compressa*, 31.59 %), cabrilla

sargacera (*Paralabrax clathratus*, 13.21 %), pejerrey mocho (*Atherinops affinis*, 7.77 %), lenguado de California (*Paralichthys californicus*, 7.57 %) y cabrilla de arena (*Paralabrax nebulifer*, 5.01 %) (Rosales-Casian, 1997).

De acuerdo a la legislación mexicana, el estero provee hábitat para dos especies en peligro de extinción, 12 amenazadas y 15 bajo protección especial (SEMARNAT, 2002; Proesteros, 2005). Además, por sus características, el estero se ha considerado como área prioritaria para la conservación, tanto a nivel regional y nacional como internacional. Muestra de ello es que fue calificado como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICAS) de categoría 5, un sitio prioritario para la conservación a nivel estatal y nacional por el *Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y un Humedal de Importancia Internacional por la Convención sobre los Humedales RAMSAR (Proesteros, 2005).

2.2 Trabajo de campo

De febrero a junio de 2011 se hicieron salidas prospectivas al Estero de Punta Banda una vez por semana, para reconocer el área, ubicar claramente a la colonia de focas, además de hacerse algunos conteos.

Se realizaron muestreos sistemáticos del 16 de enero de 2012 al 12 de julio de 2012, en los que se hicieron observaciones desde tierra, 3 veces por semana, en marea baja preferentemente, ya que es cuando más individuos se observan en tierra (Jemison y Kelly, 2001; Boveng et al. 2003). Se evitaron los fines de semana, debido a que la afluencia de personas durante estos días perturba a las focas, haciendo que se vayan al agua, donde son más difíciles de contar y es imposible determinar en qué etapa de la muda se encuentran. Para identificar las categorías de la muda y contar las focas, tanto en las salidas prospectivas como

en los muestreos, se emplearon binoculares 7x50, un telescopio 25x, una cámara fotográfica digital con zoom-telefoto 200-400 mm y un termómetro de mercurio.

En cada muestreo se hicieron conteos del número total de individuos (en tierra y en agua), el número de crías, el número de individuos que se encontraban en las distintas etapas de la muda (premuda, muda y postmuda), con sus correspondientes categorías, y el número de individuos que siguió cada tipo de secuencia con que se desarrolla la muda (ver “Descripción de la especie”). Además se tomó la temperatura del aire, la arena y el agua, se registró el porcentaje de nubosidad y la velocidad de viento (conforme la escala de Beaufort), y la ubicación precisa de las focas (los sitios “haul-out”).

Se consideraron crías a los individuos nacidos el año del muestreo, antes de ser destetadas. Éstas se identificaron por su tamaño pequeño y por encontrarse fuertemente vinculadas con sus madres, sobre el dorso de la madre cuando estaban en el agua, o alimentándose o permaneciendo junto a la madre, cuando estaban en tierra. Cuando una cría se encontraba sola durante las horas del muestreo, sin ninguna relación con una adulta, se clasificó como cría destetada; pudiéndose distinguir además, del resto de individuos de la colonia, por su pelaje nuevo y por el pequeño tamaño de su cráneo.

Para identificar las distintas etapas de la muda se utilizaron los criterios de Daniel et al. (2003; Tabla 1). Los individuos que no se pudieron clasificar dentro de ninguna de estas etapas, se registraron como “no determinable”. Las fotografías sirvieron de apoyo para corregir y completar datos de los conteos realizados en campo, que faltaban o estaban dudosos.

Los mapas presentes en esta tesis fueron realizados con el programa ArcGis 10.

Tabla 1. Categorías de muda en *Phoca vitulina richardsi* (Daniel et al. 2003).

<i>ETAPA</i>	<i>CATEGORÍA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Premuda	A	Decoloración del pelaje y una pérdida de brillo (Figura 9).
	B	Manchas y anillos se ven borrosos (Figura 10).
	C	El pelaje se vuelve de color café oscuro o claro, y las manchas y los anillos son inapreciables (Figura 11).
Muda	D	El pelo nuevo cubre hasta un 25% del cuerpo (Figura 12).
	E	El pelaje nuevo cubre entre un 25 y un 75% del cuerpo (Figura 13).
	F	El pelaje nuevo cubre más del 75% del cuerpo (Figura 14).
Postmuda	G	Pelaje completamente nuevo y brillante, con manchas y anillos bien definidos (Figura 15).



Figura 9. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en premuda A (Foto: Eva M^a Fernández).



Figura 10. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en premuda B (Foto: Gisela Heckel).



Figura 11. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en premuda C (Foto: Eva M^a Fernández).



Figura 12. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en muda D (Tipo I) (Foto: Eulogio López).



Figura 13. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en muda E (Tipo II) (Foto: Eulogio López).



Figura 14. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en muda F (Tipo II) (Foto: Gisela Heckel).



Figura 15. Individuo de *Phoca vitulina richardsi* en postmuda (Foto: Eulogio López).

2.3 Análisis de los datos

2.3.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra

Se realizaron una serie de análisis para determinar si existían diferencias en cuanto a la abundancia de individuos adultos e inmaduros en tierra (es decir, sin incluir las crías y las crías destetadas), dependiendo de la temporada. Estos análisis se realizaron utilizando el programa STATISTICA 7.1. Cuando los datos cumplían con las condiciones de normalidad y de homogeneidad de varianzas se realizaron pruebas paramétricas; cuando no se cumplían, se utilizaron pruebas alternativas no paramétricas. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Con el objetivo de ver si había diferencias antes y durante la temporada de crías (periodo de tiempo durante el cual se observaban crías lactantes), se realizó una prueba t. También se comprobó si existía alguna correlación, entre el número de crías y el número de individuos en tierra, mediante una matriz de correlación de Pearson.

Para determinar si había diferencias antes y durante la temporada de muda (periodo de tiempo durante el cual se observaron individuos mudando), se realizó una prueba de Mann-Whitney, no paramétrica. También se comprobó si existía alguna correlación, entre el número de individuos mudando y el número de individuos en tierra, mediante una correlación de Spearman.

Se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para ver si existían diferencias entre el periodo de antes de la temporada de crías (desde el día que comenzaron las observaciones), la temporada de crías, la temporada de muda y el periodo de tiempo entre ambas.

Para evaluar el efecto de incluir a las crías y crías destetadas en las pruebas mencionadas anteriormente, se realizaron dos pruebas t, con respecto al número total de individuos en tierra, para ver si había diferencias entre antes y durante la temporada de crías, y entre la temporada de crías y la de muda.

2.3.2 Fenología de los nacimientos

Con el objetivo de determinar la temporalidad y caracterizar la temporada de crías, primero se estimó la fecha media de los nacimientos mediante el ajuste de una curva logística a los datos. Se utilizaron los datos de los conteos de crías hasta los días donde se obtuvo el máximo de crías, teniendo en cuenta las focas que murieron, y se eliminaron los días en los que se contaron menos crías que el día anterior; ya que este modelo utiliza el número de crías acumulado. Además, el modelo no tiene en cuenta la mortalidad de las crías, y supone que la migración de crías es despreciable. Se realizó un ajuste no lineal del modelo logístico, que se representa en la siguiente ecuación (Trites, 1992):

$$P_t = \frac{A}{1+c \cdot e^{-k \cdot t}} \quad (1)$$

donde P_t es el número de crías en el tiempo t (en todos los análisis, $t = 1$ corresponde al 1 de enero); los parámetros del modelo son A , c y k , que corresponden a la asíntota, la constante de integración y la tasa de crecimiento constante, respectivamente. Para realizar este ajuste se empleó el programa CurveExpert Professional 1.6.3.

Este modelo, al ser simétrico, tiene la ventaja de que la media coincide con la mediana, por tanto para calcular la fecha media de nacimientos (B), se empleó la siguiente ecuación (Trites, 1992):

$$B = \frac{-\ln(1/c)}{k} \quad (2)$$

siendo la varianza de la media de nacimientos,

$$\text{var}(B) = \left(\frac{1}{ck}\right)^2 \sigma_c^2 + 2 \frac{-\ln c}{ck^3} \sigma_{ck} + \left(\frac{-\ln c}{k^2}\right)^2 \sigma_k^2 \quad (3)$$

Una vez que se obtuvieron los datos de la fecha media de los nacimientos y desviación estándar ($\sqrt{\text{var}(B)}$), se usaron como parámetros previos a la hora de ajustar el modelo de Rothery y McCann (1987) a los conteos de crías de la

temporada reproductiva de 2012. Este modelo ha sido empleado anteriormente para el estudio de elefantes marinos, para describir el periodo de permanencia de las hembras y las crías en tierra (Rothery y McCann, 1987; Galimberti y Sanvito, 2001; García-Aguilar, 2004), en este trabajo se hizo una adaptación de este modelo al caso de la distribución temporal de crías de *P. v. richardsi*.

El modelo de Rothery y MacCann (1987) describe el patrón temporal de los conteos, en el caso de este estudio, se deriva de la distribución del momento en que nacen las crías. Tiene la ventaja frente a otros modelos de dar una buena descripción de los datos, contiene parámetros de interpretación biológica simple y proporciona una estructura flexible que puede aumentar su complejidad, si fuese necesario (por ejemplo, en el caso de este trabajo, si variase el tiempo de lactancia) (Rothery y McCann, 1987).

El modelo considera el cumplimiento de estas dos condiciones:

- Los nacimientos de las crías siguen una distribución normal con media μ (días) y desviación estándar σ .
- La duración de la lactancia, L , es igual para todas las crías.

Suponiendo esto, si N_T representa el total de crías y $n(t)$ el número de crías en el tiempo t ,

$$n(t) = N_T \cdot p(t, \mu, \sigma, L) \quad (4)$$

donde $p(t, \mu, \sigma, L)$ es la proporción esperada de crías en el tiempo t . Esta proporción considera a todas las crías que nacieron antes del tiempo t menos las que fueron destetadas antes de $t - L$, por lo que la distribución normal de p es

$$p(t, \mu, \sigma, L) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{t-L-\mu}{\sigma}\right) \quad (5)$$

donde Φ es la distribución acumulada de la distribución normal estandarizada. El día en que se encontró el número máximo de crías, se calculó como:

$$t = \mu + \frac{L}{2} \quad (6)$$

que corresponde con el punto alrededor del cual la ecuación (4) describe una curva simétrica.

Los parámetros del modelo μ , σ y L , N_T , al igual que la duración, el inicio y el final de la temporada de crías, para la temporada reproductiva de 2012, se obtuvieron ajustando el modelo descrito por la ecuación (4) a los conteos de crías, minimizando la suma de cuadrados de la variación residual, mediante la función Solver de Microsoft Excel 2010, partiendo de los valores de la B (fecha promedio de nacimientos), $\sqrt{\text{var}(B)}$ (desviación estándar de B) y una duración de la lactancia de 24 días, reportada por Stewart y Yochem (1994).

Para la temporada reproductiva de 2011, los parámetros del modelo μ y σ , N_T , la duración, el inicio y el final de la temporada de crías, se obtuvieron al minimizar la suma de cuadrados de la variación residual entre el modelo y los datos observados, mediante la función Solver de Microsoft Excel 2010, pero en este caso se partió de los valores obtenidos en la temporada reproductiva de 2012, ya que en ésta se contaba con un mayor número de observaciones, y además se trataba del mismo área de estudio y de la misma población de focas.

2.3.3 Fenología de la muda

Para determinar la temporalidad de la premuda C y la muda, debido a la dispersión de los datos, se calculó la frecuencia acumulada relativa del número de individuos en cada una de estas etapas de la muda, y se realizó un ajuste no lineal del modelo logístico:

$$P_i(t) = \frac{1}{1+c_i \cdot e^{-k_i \cdot t}} \quad (7)$$

donde $P_i(t)$ es la proporción de individuos en la etapa i (premuda C o muda) al tiempo t , t es el tiempo en días, c es la constante de integración en la etapa i , y k es la tasa de crecimiento constante en la etapa i . Con este ajuste se pudo

determinar el inicio y el final de la premuda C y la muda. Se utilizó para estos análisis el programa Origin 8.5.1.

Con el objetivo de identificar cuándo se encontró la mayor proporción de individuos en premuda C y en muda (i), se realizó una regresión polinomial, ajustando a los datos obtenidos en campo la siguiente expresión matemática:

$$p_i(t) = a_{0i} + a_{1i}t + a_{2i}t^2 + \dots + a_{ni}t^n \quad (8)$$

donde $p_i(t)$ representa la proporción de individuos en cada etapa (i) en el tiempo t, t es el tiempo en días, a_{ni} son los parámetros de la curva polinomial para cada etapa i, y n es el grado del polinomio. Para realizar estos ajustes se empleó el programa CurveExpert Professional 1.6.3.

Con el objetivo de conocer la fecha media en la que los individuos han completado la muda, se utilizaron los datos de la proporción de individuos en postmuda, para hacer el ajuste del modelo descrito por Thompson y Rothery (1987), en el que la proporción de individuos que completan la muda se define por la distribución normal acumulada (ϕ), de esta forma

$$P_t = \phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad (9)$$

donde P_t representa la proporción de individuos observada que han completado la muda al tiempo t; los parámetros del modelo son μ y σ que corresponden, respectivamente, con la fecha media en la que los individuos han completado la muda y la desviación estándar de ésta. Estos parámetros se obtuvieron ajustando las proporciones observadas de individuos en postmuda a las proporciones estimadas por el modelo, minimizando la suma de cuadrados de la variación residual, mediante la función Solver de Microsoft Excel 2010.

Para determinar la relación que podría existir entre el número de individuos que se encuentran en tierra y la etapa de la muda (premuda C y muda) se realizó un análisis de correlación de Spearman, mediante el programa STATISTICA 7.1, ya que no todas las variables eran normales.

2.3.4 Secuencia con que se desarrolla la muda

Con el objetivo de conocer cuál es el tipo de secuencia predominante con que se desarrolla la muda en el Estero de Punta Banda, se realizó una prueba de Mann-Whitney, no paramétrica, ya que no se cumplía con los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianzas para realizar una prueba paramétrica. Este análisis se realizó con un nivel de significancia (α) de 0.05, utilizando el programa STATISTICA 7.1.

3. Resultados

3.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra

Se realizaron distintos análisis de los datos con el fin de ver si existen diferencias en cuanto a la abundancia de individuos adultos e inmaduros en tierra (es decir, sin tener en cuenta las crías y las crías destetadas), dependiendo de la temporada (Tabla 2).

En cuanto a la temporada de crías, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el periodo de observaciones anterior a ésta y durante la temporada (prueba t; $t = -1.46576$, $p = 0.15053$). Sin embargo, sí se observó una correlación moderada entre el número de crías y el número de individuos en tierra (correlación de Pearson; $r = 0.4793$, $p = 0.001$).

En cuanto a la temporada de muda, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el periodo de antes y durante la temporada (Mann-Whitney; $U = 369$, $p = 0.00052$). De forma que, durante la temporada de muda se encontró la mayor abundancia de individuos adultos e inmaduros en tierra. Se halló, además, una correlación moderada entre el número de individuos mudando y el número de individuos en tierra (correlación de Spearman; $r_s = 0.54014$, $p < 0.05$).

Al comparar el periodo de observaciones anterior a la temporada de crías, la temporada de crías, la temporada de muda y el periodo de tiempo entre las dos temporadas, se observó que la abundancia de individuos adultos e inmaduros aumentó a lo largo del estudio (Figura 16). Sin embargo, sólo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre la temporada de muda y el periodo de observaciones anterior a la temporada de crías (Kruskal-Wallis; $z = 3.35414$, $p = 0.00478$), y entre la temporada de muda y la temporada de crías (Kruskal-Wallis; $z = 2.71168$, $p = 0.04017$) (Figura 16).

Cuando se incluyeron las crías y las crías destetadas en los análisis, para ver el efecto de incluir a éstas en las pruebas anteriores (Tabla 2), se obtuvieron

diferencias significativas entre el periodo de tiempo anterior a la temporada de crías y la temporada de cría (prueba t; $t = -2.76297$, $p = 0.00861$). Sin embargo, no se encontraron diferencias en el número de individuos en tierra, entre la temporada de crías y de muda (prueba t; $t = -1.14221$, $p = 0.25823$).

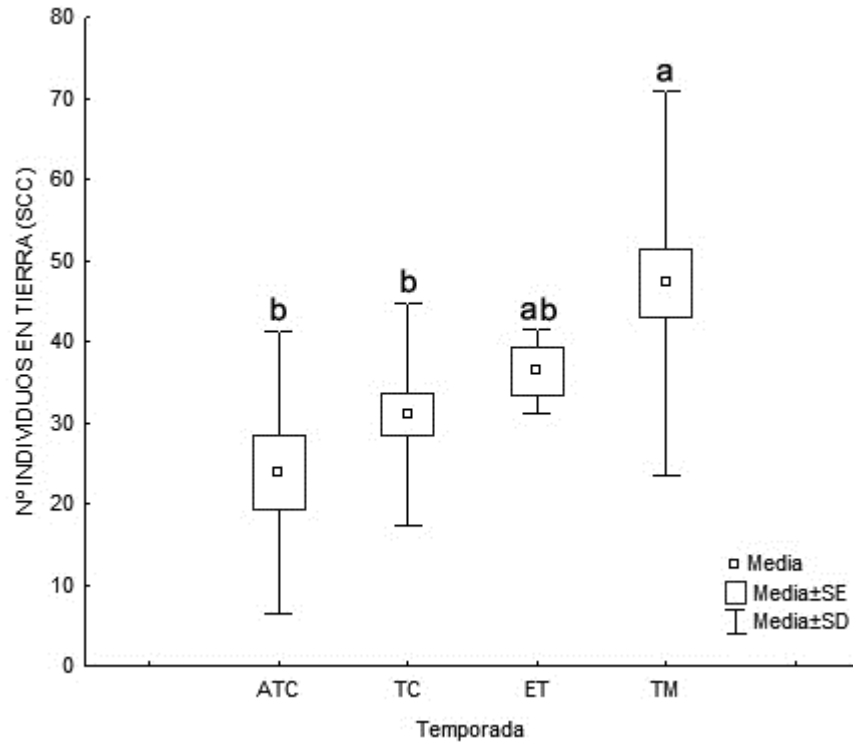


Figura 16. Número de individuos de *P. v. richardsi* en tierra, sin incluir las crías ni las crías destetadas (SCC), en las distintas temporadas, en el Estero de Punta Banda. ATC es el periodo de observación anterior a la temporada de crías, TC es la temporada de crías, ET es el periodo de tiempo entre TC y TM, y TM es la temporada de muda. Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Kruskal-Wallis; $p \leq 0.05$).

Tabla 2. Número de individuos de *P. v. richardsi* en tierra, incluyendo las crías y las crías destetadas, y sin incluirlas (SCC), en las distintas temporadas, en el Estero de Punta Banda.

	<i>Nº de individuos en tierra</i>				<i>Nº de individuos en tierra SCC</i>			
	N	Media	Desviación estándar	Conteo máximo	N	Media	Desviación estándar	Conteo máximo
ATC	15	24	17.27	49	15	23.87	17.36	49
TC	27	42.52	22.13	83	27	30.96	13.62	53
ET	3	35.33	2.31	38	3	36.33	5.13	42
TM	31	49.32	24.39	98	31	47.23	23.67	95

Donde ATC es el periodo de observación anterior a la temporada de crías, TC es la temporada de crías, ET es el periodo de tiempo entre TC y TM, y TM es la temporada de muda.

3.2 Fenología de los nacimientos

La curva que describe la distribución temporal de los nacimientos de foca en 2012 (Figura 17), con base en el modelo descrito por Trites (1992), tuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99571. Mediante este modelo, se estimó que la fecha media de los nacimientos, B, en 2012 fue el día 2 de marzo ($t = 62.4$), con una varianza, $\text{var}(B)$, de 0.31. Los parámetros estimados para esta curva logística se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros del modelo logístico (Trites, 1992) estimados para los nacimientos de *Phoca vitulina richardsi* de 2012, en el Estero de Punta Banda.

	<i>Parámetro</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Varianza</i>
A	3.80E+01	9.74E-01	1.85E+00
c	1.91E+06	1.54E+06	4.63E+12
k	2.32E-01	1.41E-02	3.86E-04

A = asíntota; c = constante de integración;
k = la tasa de crecimiento constante

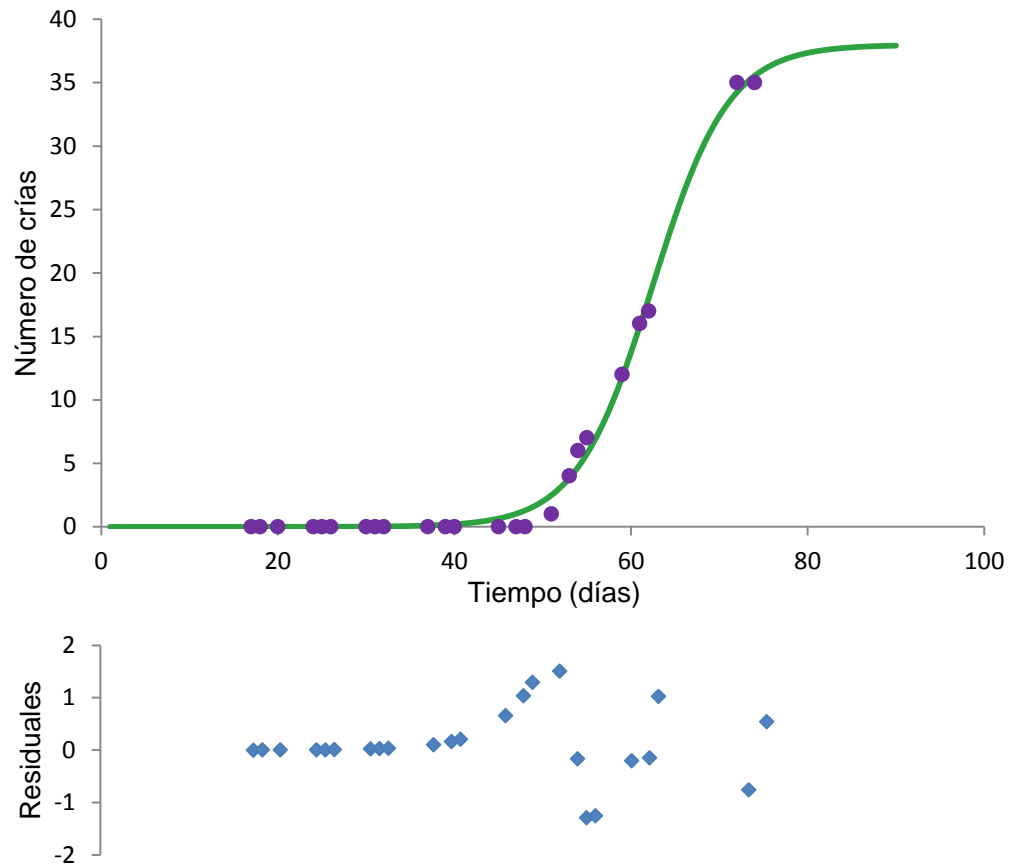


Figura 17. Distribución temporal de los nacimientos de *Phoca vitulina richardsi* de la temporada reproductiva de 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo logístico (Trites, 1992) (—) y los conteos de crías (●). El día 1 representa el día 1 de enero.

A partir de los datos obtenidos en el modelo logístico (B y $\sqrt{\text{var}(B)}$), se estimó el modelo de Rothery y McCann (1987), que describe la distribución temporal de las crías de *Phoca vitulina richardsi* durante la temporada reproductiva de 2012 (Figura 18). El modelo obtenido presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0.88676. Se estimó una duración de la lactancia (L) de 22.65 días, junto con los demás parámetros del modelo (Tabla 4).

A partir de estos parámetros se estimó el modelo de Rothery y McCann (1987), que describe la distribución temporal de las crías de foca durante la temporada reproductiva de 2011 (Figura 19, Tabla 4). Este modelo presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99107.

De estos modelos se puede concluir que la temporada de crías de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, comienza a mediados de febrero y finaliza a mediados de abril, estimándose una duración de la temporada de crías de 9 semanas aproximadamente, prolongándose 2 días más en 2011. El máximo número de crías se puede encontrar a mediados de marzo. Se estimó que la fecha media de nacimientos se produjo a principios de marzo, con una diferencia de 1 día entre 2011 y 2012. Además se calculó que el número total de crías que nacieron fue de 34 en 2011 y de 35 en 2012.

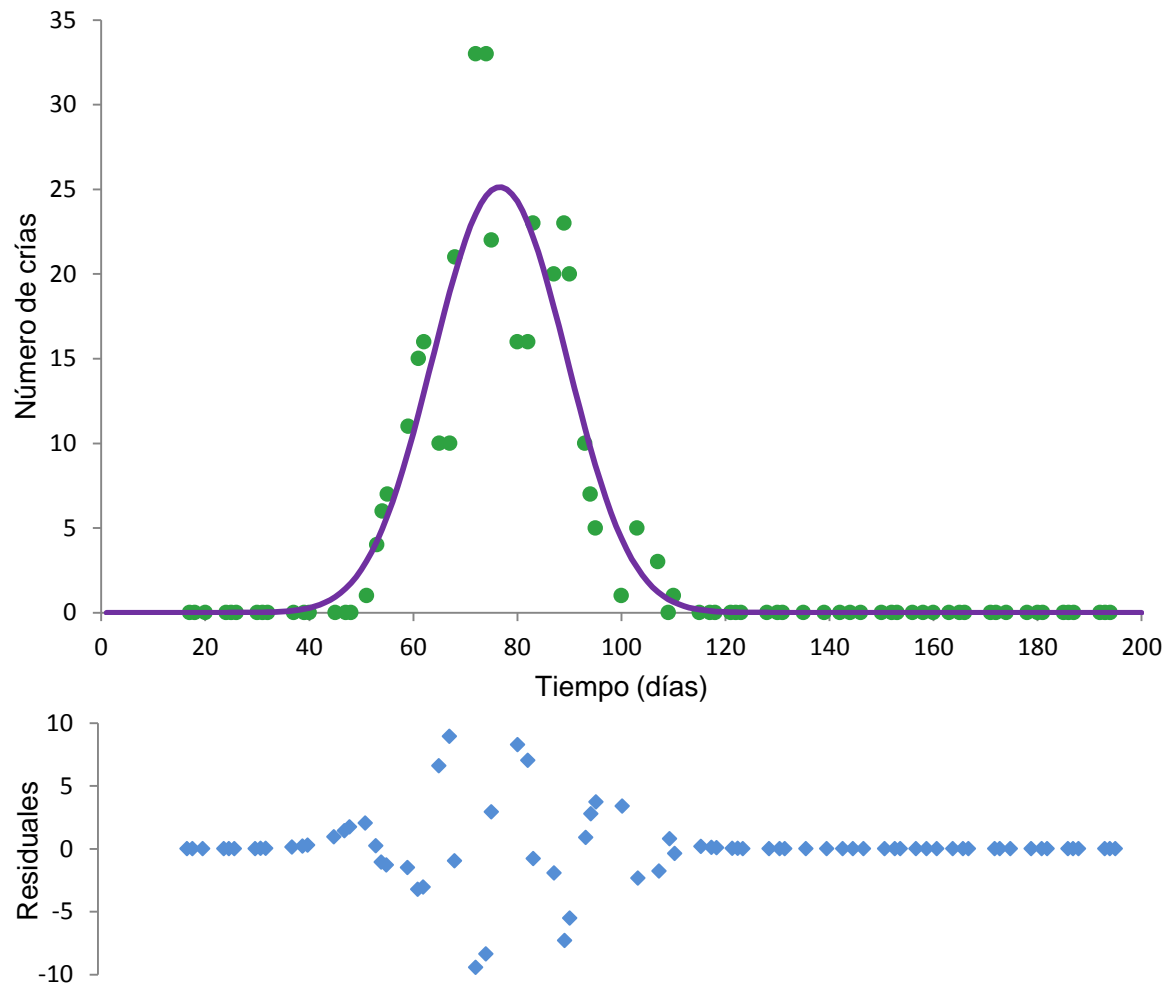


Figura 18. Distribución temporal de las crías de *Phoca vitulina richardsi* de la temporada reproductiva de 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Rothery y McCann (1987) (—) y los conteos de crías (•). El día 1 representa el día 1 de enero.

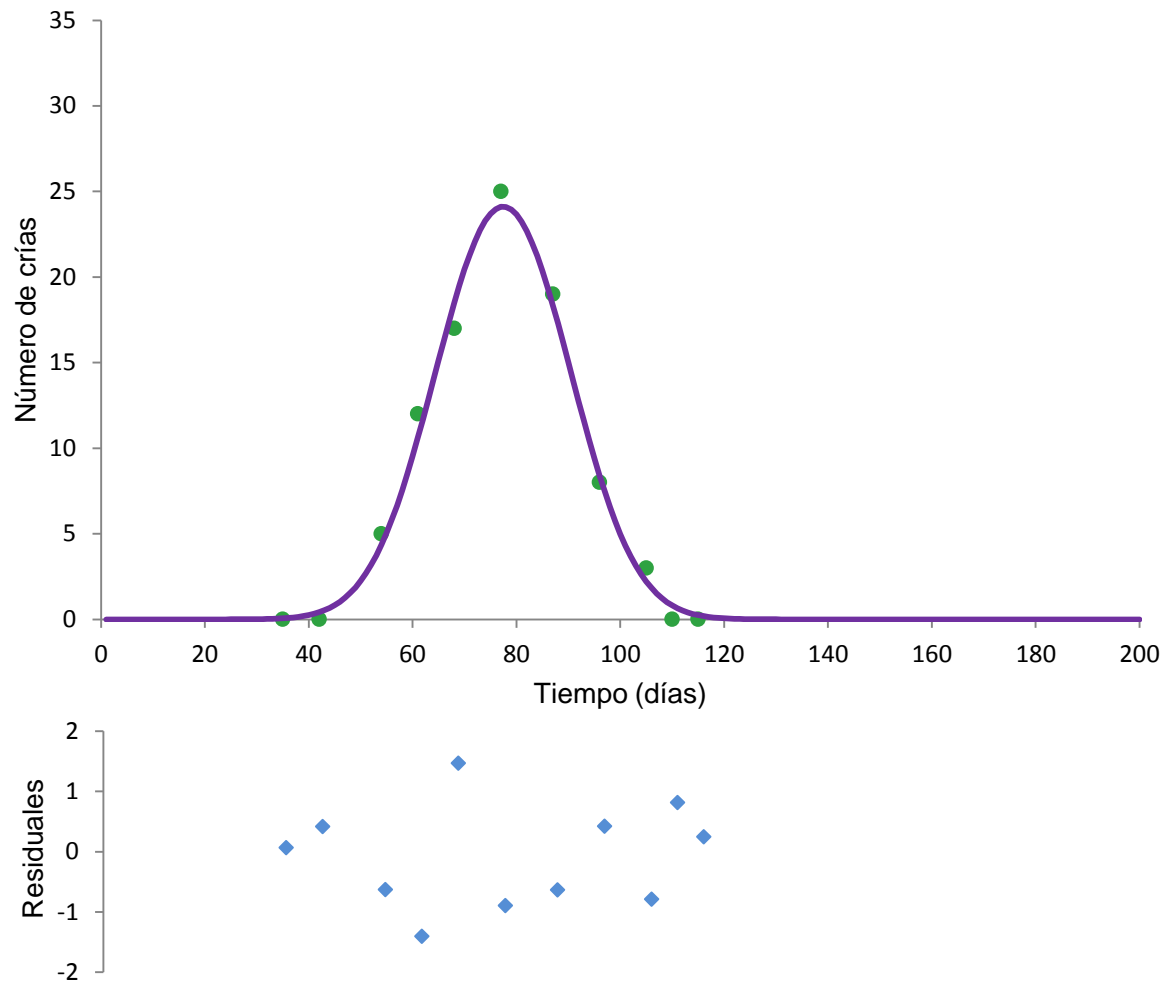


Figura 19. Distribución temporal de las crías de *Phoca vitulina richardsi* de la temporada reproductiva de 2011, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Rothery y McCann (1987) (—) y los conteos de crías (●). El día 1 representa el día 1 de enero.

Tabla 4. Parámetros de la temporalidad reproductiva de *Phoca vitulina richardsi* estimados a partir del modelo de Rothery y McCann (1987), para 2011 y 2012, en el Estero de Punta Banda.

		2011	2012
Fecha media de nacimientos (μ)		7 de marzo (66)	5 de marzo (65)
Desviación estándar de μ (σ)		10.72	10.52
Inicio de la TC	<i>Estimado</i>	15 de febrero (46)	15 de febrero (46)
	<i>Observado</i>	23 de febrero (54) <i>primeras 5 crías</i>	20 de febrero (51) <i>primera cría</i>
Final de la TC	<i>Estimado</i>	20 de abril (110)	17 de abril (108)
	<i>Observado</i>	20 de abril (110)	19 de abril (110)
Duración de la TC	<i>Estimado</i>	9.14 semanas (64 días)	8.86 semanas (62 días)
	<i>Observado</i>	8 semanas (56 días)	8.43 semanas (59 días)
Fecha del máximo de crías	<i>Estimado</i>	18 de marzo (77)	17 de marzo (77)
	<i>Observado</i>	18 de marzo (77)	12 y 14 de marzo (72 y 74)
Número total de crías nacidas (N_T)	<i>Estimado</i>	34	35
	<i>Observado</i>	25	35
Duración de la lactancia (L)		-	22.65 días

TC = temporada de crías; fecha (t = fecha en días), donde t = 1 corresponde con el 1 de enero; los parámetros del modelo: μ , σ , L y N_T ; Inicio de la TC = fecha en la que se estima ver la primera cría; Final de la TC = fecha en la que se estima que todas las crías han sido destetas.

3.3 Fenología de la muda

Se obtuvieron las curvas logísticas que describen la distribución temporal de la proporción acumulada relativa del número de individuos en la etapa de premuda C y en la etapa de muda (Figura 20, Tabla 7), con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99524 y 0.99876 respectivamente. De estos modelos se determinó que la etapa de premuda C comienza a finales de marzo, y concluye a principios de julio. Se estimó una duración aproximada de 15 semanas, durante las cuales se pueden observar individuos en la etapa de premuda C. La etapa de muda se determinó que inicia a finales de abril y finaliza a mediados de julio. Se estimó que tiene una duración de unas 11 semanas aproximadamente, durante las cuales se pueden observar individuos mudando.

Para conocer más detalles sobre la temporalidad de la muda de *P. v. richardsi* se realizó una regresión polinomial, obteniéndose la distribución temporal de la proporción de individuos en premuda C y en muda (Figura 21). Para la proporción de individuos en premuda C se ajustó un polinomio de grado 5, de esta forma

$$p_P(t) = a_{0P} + a_{1P}t + a_{2P}t^2 + a_{3P}t^3 + a_{4P}t^4 + a_{5P}t^5 \quad (10)$$

ya que era el que mejor se ajustaba a los datos, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.80332. Los valores de los parámetros obtenidos de la regresión se muestran en la Tabla 5. La máxima proporción de individuos en premuda C estimada por el ajuste fue el día 5 de mayo ($t = 126$) (Figura 21a).

La proporción de individuos en muda se ajustó a un polinomio de grado 3, de esta forma

$$p_M(t) = a_{0M} + a_{1M}t + a_{2M}t^2 + a_{3M}t^3 \quad (11)$$

ya que era el que mejor se ajustaba a los datos, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.73714. Los valores de los parámetros obtenidos de la

regresión se muestran en la Tabla 6. La máxima proporción de individuos en muda estimada por el ajuste fue el día 10 de junio ($t = 162$) (Figura 21b).

Tabla 5. Parámetros de la regresión polinomial para la proporción de individuos de *Phoca vitulina richardsi* en premuda C en el Estero de Punta Banda, en 2012.

	<i>Parámetro</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Varianza</i>
a_{0P}	1.90E-01	7.01E-01	1.30E+01
a_{1P}	-6.61E-03	5.45E-02	7.87E-02
a_{2P}	-1.23E-05	1.43E-03	5.44E-05
a_{3P}	2.75E-06	1.67E-05	7.38E-09
a_{4P}	-2.25E-08	8.91E-08	2.10E-13
a_{5P}	4.72E-11	1.78E-10	8.37E-19

Tabla 6. Parámetros de la regresión polinomial para la proporción de individuos de *Phoca vitulina richardsi* en muda en el Estero de Punta Banda, en 2012.

	<i>Parámetro</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Varianza</i>
a_{0M}	8,31E+01	8.00E+00	6.29E+03
a_{1M}	-6.48E-02	1.58E-01	2.46E+00
a_{2M}	7.60E-04	1.03E-03	1.05E+04
a_{3M}	-2.31E-06	2.22E-06	4.84E-10

Aplicando el modelo de Thompson y Rothery (1987) se estimó la distribución temporal de la proporción de individuos que completan la muda (Figura 22), con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.95617. Con este modelo se estima la fecha media en la que los individuos han completado la muda, que corresponde con el 20 de junio ($t = 172$).

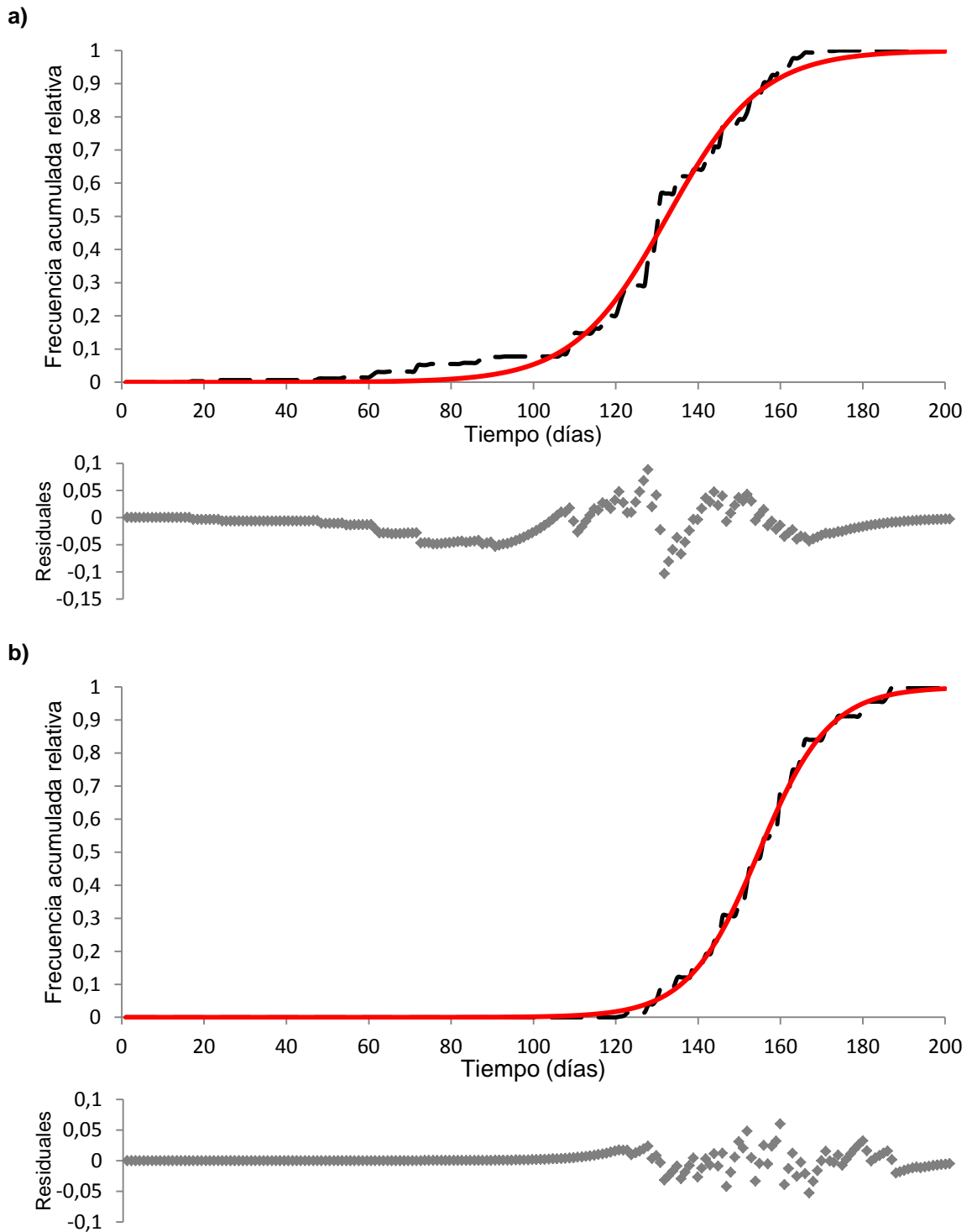


Figura 20. Distribución temporal de las frecuencias relativas acumuladas de los individuos en premuda C (a) y en muda (b) de *Phoca vitulina richardsi* en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo logístico (—) y los datos calculados a partir de los conteos (---). El día 1 representa el día 1 de enero.

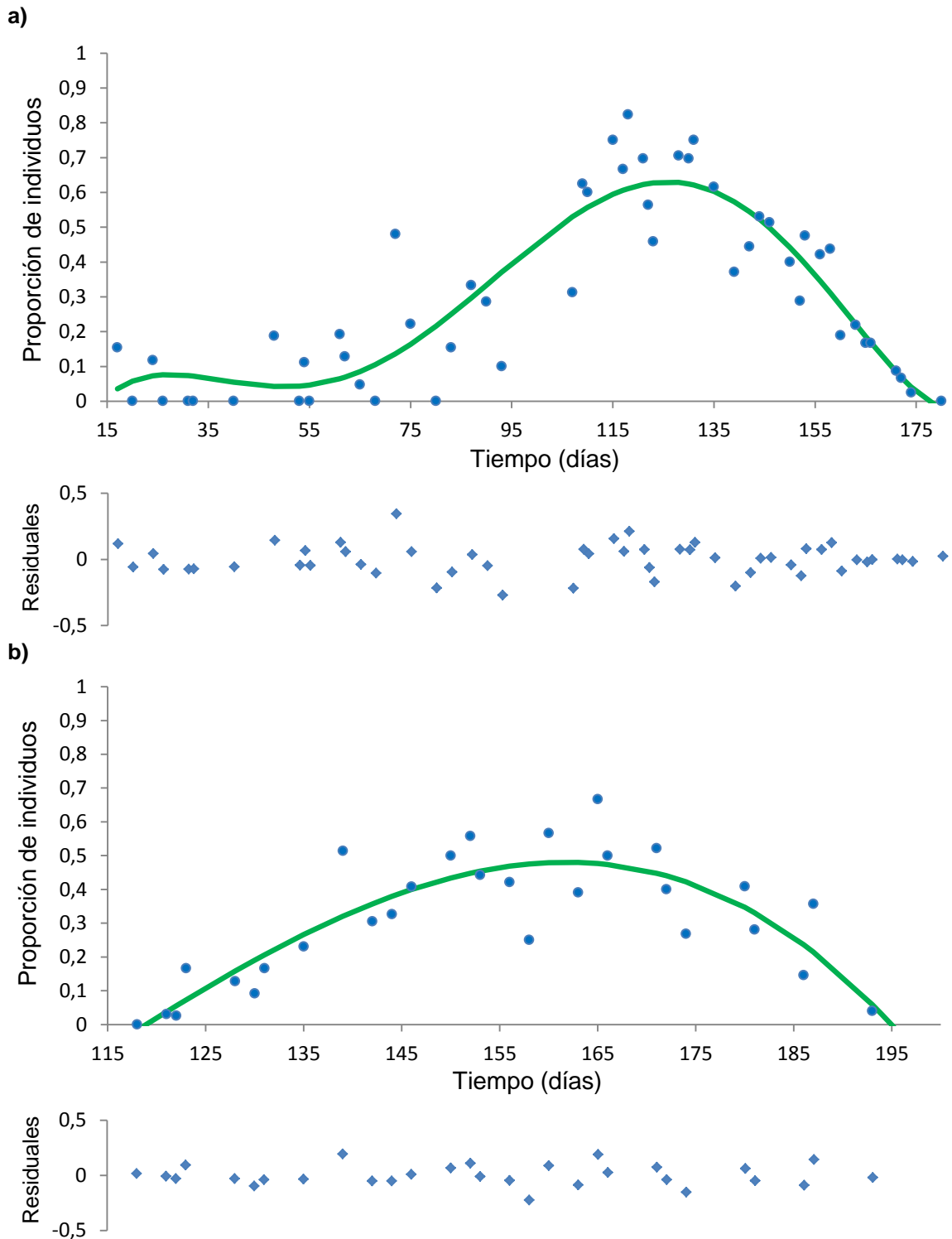


Figura 21. Distribución temporal de la proporción de individuos en premuda C (a) y en muda (b) de *Phoca vitulina richardsi* en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación de la curva polinomial (—) y las proporciones observadas (●). El día 1 representa el día 1 de enero.

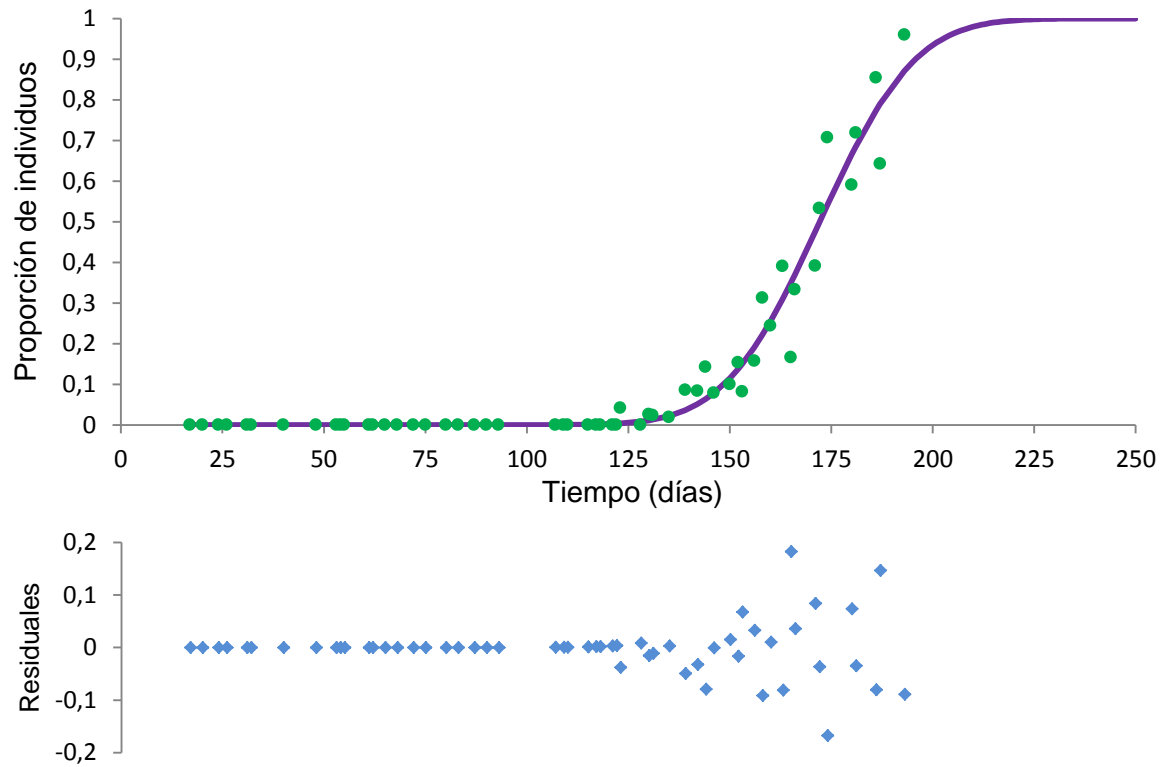


Figura 22. Distribución temporal de la proporción de individuos de *Phoca vitulina richardsi* en postmuda en 2012, en el Estero de Punta Banda, y los residuales entre la estimación del modelo de Thompson y Rothery (1987) (—) y las proporciones observadas (●). El día 1 representa el día 1 de enero.

Tabla 7. Parámetros de la temporalidad de la muda de *Phoca vitulina richardsi* estimados para 2012, en el Estero de Punta Banda.

		Premuda C	Muda
Inicio	<i>Estimado</i>	21 de marzo (81)	25 de abril (116)
	<i>Observado</i>	17 de enero (17)	30 de abril (121)
Final	<i>Estimado</i>	3 de julio (185)	13 de julio (195)
	<i>Observado</i>	28 de junio (180)	-
Duración	<i>Estimado</i>	14.86 semanas (104 días)	11.29 semanas (79 días)
	<i>Observado</i>	23.29 semanas (163 días)	-
Fecha de la máxima proporción de individuos	<i>Estimado*</i>	5 de mayo (126)	10 de junio (162)
	<i>Observado</i>	27 de abril (118)	13 de junio (165)

Fecha (t = fecha en días), donde t = 1 corresponde con el 1 de enero; Inicio = fecha en la que $P_i > 0.01$; Final = fecha en la que $P_i > 0.99$; *estimado con la regresión polinomial.

Del análisis de correlación de Spearman, se obtuvo que el número de individuos que se encuentran en tierra, sin tener en cuenta a las crías y a las crías destetadas, presenta una correlación moderada con la proporción de individuos en premuda C ($r_s = 0.57716$, $p < 0.05$), y con la proporción de individuos en muda ($r_s = 0.56919$, $p < 0.05$).

Esta relación también se puede observar gráficamente (Figura 23), se puede ver que los picos más altos de abundancia de individuos en tierra coinciden con el máximo porcentaje de individuos en premuda C (Figura 23b), y con uno de los mayores porcentajes de individuos en muda (Figura 23a). Se encontró por tanto, que el segundo pico de abundancia, de 86 individuos, coincidía con el número máximo de individuos en premuda C (63 individuos), y el máximo porcentaje de individuos en premuda C (73.26%); y que el pico máximo de abundancia, de 95 individuos, coincidía con el número máximo de individuos en muda (51 individuos en muda) y el segundo mayor porcentaje de individuos en muda (53.68 %).

3.4 Secuencia con que se desarrolla la muda

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de secuencia con que se desarrolla la muda, en cuanto al número de individuos que la presentaron (Mann-Whitney; $U = 71.5$, $p = 0.00002$). De este análisis se concluye que, el tipo de secuencia predominante con que se desarrolla la muda, de *P. v. richardsi*, en el Estero de Punta Banda, fue el tipo 2.

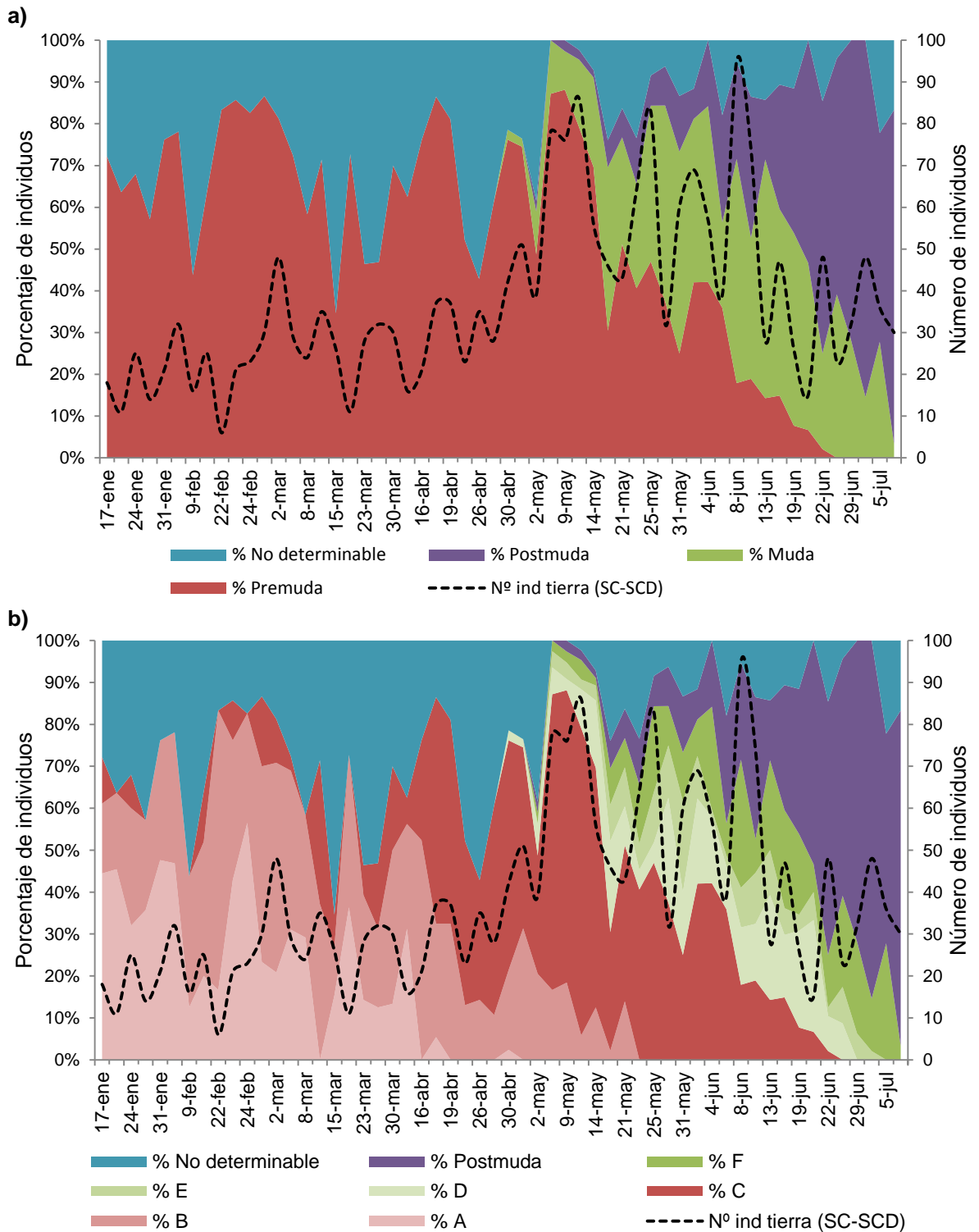


Figura 23. Número y porcentaje de *Phoca vitulina richardsi* en las distintas etapas (a) y categorías (b) de la muda, en el Estero de Punta Banda, 2012.

4. Discusión

4.1 Diferencias estacionales de abundancia en tierra

En el Estero de Punta Banda, se ha observado que el número de individuos de *P. v. richardsi* en tierra varía dependiendo de la temporada, al igual que lo reportado en otros lugares (Brown y Mate, 1983; Thompson y Harwood, 1990; Stewart y Yochem, 1994; Suryan, 1995; Jemison y Kelly, 2001; Daniel et al. 2003).

En cuanto al número de individuos adultos e inmaduros (es decir, todos los individuos de la colonia menos las crías y las crías destetadas), se observó una tendencia a aumentar desde el inicio del estudio, a mediados de enero, hasta casi el final de éste, a principios de julio, donde se registró el máximo conteo de individuos, y a partir del cual se observa una tendencia a disminuir (Figuras 16 y 24). Esto se podría explicar porque en la temporada de crías, las hembras pasan más tiempo en tierra para alimentar a su cría, y los machos adultos se empiezan a congregarse en estas zonas esperando a poder reproducirse (Bonnes et al. 2006). Después de esta temporada, el número de individuos maduros e inmaduros se sigue incrementando, observándose los máximos conteos durante la temporada de muda. Posiblemente esto se debe a que los individuos que van a mudar pasan más tiempo en tierra (Daniel et al. 2003; Burns, 2009). Lo que hace suponer que utilizan su estancia en tierra como una estrategia para conservar más energía, debido a los gastos energéticos requeridos por la muda, con el fin de mantener la alta temperatura que necesita la epidermis para realizar este proceso (Boily, 1995); y porque esta temperatura elevada de la epidermis se puede alcanzar mejor estando en tierra (Feltz y Fay, 1966). Después de completar la muda los individuos vuelven a pasar más tiempo en el agua alimentándose (Stewart y Yochem, 1994), pudiendo explicarse así la tendencia de la abundancia a disminuir al final de la temporada de muda.

En los análisis realizados en este estudio, en cuanto al número de individuos adultos e inmaduros en tierra, no se encontraron diferencias

significativas entre el periodo de antes de la temporada de crías y durante la temporada de crías. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas entre el periodo de antes de la temporada de muda y durante la temporada de muda, al igual que se encontraron diferencias significativas entre la temporada de crías y la de muda. De estos análisis se podría concluir que en el Estero de Punta Banda el periodo de mayor abundancia de individuos adultos e inmaduros, de *P. v. richardsi*, es la temporada de muda. Y que durante la temporada de cría no se observa un aumento significativo del número de individuos adultos y subadultos.

En varios estudios se reporta que las máximas abundancias de *P. v. richardsi* se producen durante la temporada de cría y durante la temporada de muda (Brown y Mate, 1983; Jemison y Kelly, 2001; Codde et al. 2012). Que esto no se encontrara en este estudio puede deberse a varias razones. La primera de ellas, que el periodo de tiempo de antes de la temporada de crías, que abarca desde que comenzó este estudio hasta que se encontró la primera cría, fuera muy pequeño, y al estar pegado a la temporada de crías no se notara un aumento significativo del número de individuos. La segunda razón, puede ser que en otros estudios la metodología empleada fuera diferente, y además de los individuos adultos e inmaduros se tuvieran en cuenta las crías y las crías destetadas, es decir, el número de individuos totales, y por tanto el pico que se observa durante la temporada de crías se deba realmente a las crías y crías destetadas. Para comprobar esto se realizaron las mismas comparaciones pero teniendo en cuenta éstas, entonces sí se observó un aumento significativo del número de individuos en tierra durante la temporada de crías, tan importante como el observado durante la temporada de muda, ya que no se encontraron en este caso diferencias significativas entre ambas temporadas. La tercera razón, puede ser que el aumento de los individuos sea tan pequeño que no se noten diferencias significativas, lo cual puede ser probable ya que se observó una correlación moderada entre el número de crías y el número de adultos e inmaduros en tierra, y esta correlación fue menor a la observada con el número de individuos en muda.

Por lo tanto los resultados indican, que aunque existe una correlación entre el número de adultos e inmaduros en tierra con el número de crías, el aumento de éstos durante la temporada de crías no es significativo, y que cuando más individuos adultos e inmaduros de *P. v. richardsi* se encuentran en tierra, en el Estero de Punta Banda, es durante la temporada de muda. Esta diferencia de abundancia de individuos adultos e inmaduros en tierra, durante las temporadas de crías y de muda, puede indicar que la estructura demográfica de la población está compuesta principalmente por individuos inmaduros (Jemison y Kelly, 2001). Esto se refleja también al observar que el número de individuos en tierra muestra un aumento durante un periodo prolongado en el tiempo (Figura 24), en lugar de mostrar un pico de abundancia en la muda bien marcado, como ocurriría si la población estuviese compuesta principalmente por adultos (Jemison y Kelly, 2001). Esto se podría explicar por las diferencias en la temporalidad de la muda que presentan los individuos dependiendo del sexo y de la edad que tengan (Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003).

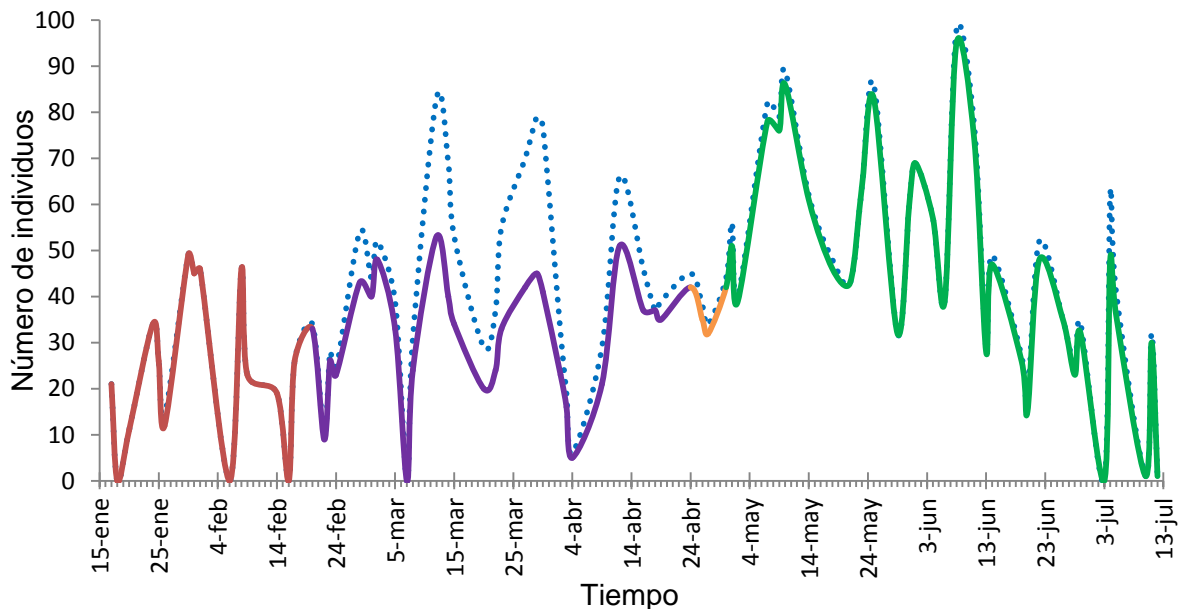


Figura 24. Conteos de *Phoca vitulina richardsi* en el Estero de Punta Banda, 2012. Número de individuos totales (•••); número de adultos e inmaduros (—). Se representa: en rojo el periodo anterior a la temporada de crías; en púrpura la temporada de crías; en naranja el periodo entre temporadas; en verde la temporada de muda.

4.2 Fenología de los nacimientos

En este estudio se utilizó el modelo de Rothery y McCann (1987) para describir la distribución temporal de crías de *P. v. richardsi*. Este modelo ha sido empleado anteriormente en el estudio del elefante marino (*Mirounga leonina* y *Mirounga angustirostris*), para describir el periodo de permanencia de las hembras y las crías en tierra (Rothery y McCann, 1987; Galimberti y Sanvito, 2001; García-Aguilar, 2004), pero nunca se había utilizado con *Phoca vitulina*. En vista de que los resultados obtenidos (Figura 18 y 19; Tabla 4) concuerdan muy bien con las observaciones, y del buen ajuste del modelo a los datos ($R^2 = 0.88676$ y 0.99107), parece un buen modelo para la descripción de la distribución temporal de crías de *P. v. richardsi*.

En este trabajo se observó que la temporada de crías de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, comienza a mediados de febrero y finaliza a mediados de abril. Esto coincide con las observaciones parciales de crías realizadas en la zona de estudio en 1983, 1984 y 1990, en las que se observaron crías en los meses de febrero a abril (Padilla-Villavicencio, 1990; Loya-Salinas et al. 1992). Sin embargo, hay un registro de 13 crías a principios de mayo de 1982, en el Estero (Padilla-Villavicencio, 1990); aunque éstas podrían ser crías destetadas, o que debido a las condiciones ambientales, como por ejemplo una disminución de la disponibilidad de alimento el año anterior al conteo, la temporada de crías se hubiese retrasado (Jemison y Kelly, 2001; Bohorquez, 2001; Reijnders et al. 2010). También se registraron 2 crías a finales de enero de 1984 (Padilla-Villavicencio, 1990); esto podría deberse a que fuesen crías prematuras, o a un cambio en la fenología de los nacimientos, debido a una variación de las condiciones ambientales, por ejemplo un aumento de la disponibilidad de alimento en 1983, que podría haber provocado una mejora de la condición corporal de las hembras que ocasionase una reducción de la diapausa embrionaria (Jemison y Kelly, 2001; Bohorquez, 2001; Reijnders et al. 2010). Otro factor que podría haber ocasionado un cambio en la fenología de los nacimientos es un cambio en la

estructura de edad de la población, ya que la edad de las hembras reproductoras puede influir en el momento en que se produce el nacimiento (Jemison y Kelly, 2001). A grandes rasgos, si se compara la fecha de inicio de la temporada de crías con lo reportado en estudios anteriores (Apéndice), parece que se cumple la clina latitudinal descrita por Bigg (1969a) y Temte et al. (1991).

Según el modelo de Rothery y McCann (1983), se estimó que la fecha media de nacimientos de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda para la temporada de 2011 fue el 7 de marzo ($t = 66$), y para la temporada de 2012 fue el 5 de marzo ($t = 65$), ambas fechas fueron muy similares de forma que reflejan la alta sincronización que presentan los nacimientos año tras año (Temte, 1991). Esta sincronización de los nacimientos, que mantiene cada población, permite que cada una establezca la temporalidad de su ciclo reproductivo (nacimiento, destete, estro, fecundación e implantación) en el mejor momento para la supervivencia de las crías, por lo que la disponibilidad de alimento puede ser uno de los factores que influyan en esta temporalidad (Bigg, 1972; Temte, 1986). En la zona de estudio la temporalidad de los nacimientos parece encontrarse acoplada a periodos de alta productividad en el océano, como por ejemplo podrían ser altas intensidades de surgencia, alta productividad en el océano, y altas biomásas y coberturas del dosel de macroalgas (Nuche-Pascual, 2012).

Si se compara la fecha media estimada por el modelo de Rothery y McCann con la fecha media estimada según la regresión lineal propuesta por Temte et al. (1991), utilizando la latitud, ésta se produce 24 días antes en 2012 (y 23 días antes en 2011) que lo estimado según el gradiente latitudinal (Temte et al. 1991), que estima que se debería producir el 29 de marzo de 2012; aunque se encuentra dentro del límite inferior de confianza del 95% (27 de febrero – 28 de abril). Según este gradiente latitudinal, la fecha media de nacimientos se produciría 4.1 días más tarde, por grado de latitud hacia el norte (Temte et al. 1991), sin embargo si comparamos la fecha media de nacimientos en el Estero de Punta Banda (31.77° N) con la de La Jolla (32.85° N), California, obtenida a partir de los datos publicados (La Jolla Friends of the Seals, 2012), se obtiene que los nacimientos en

La Jolla se producen 9 días antes en 2011 (26 de febrero) y 12 días antes en 2012 (22 de febrero) que en el Estero de Punta Banda (donde la fecha media de nacimientos se produce el 7 y 5 de marzo, respectivamente); de manera que no concuerda con el gradiente latitudinal que sigue la temporada de nacimientos, de México a Washington (Bigg, 1969a; Temte et al. 1991). Si a esto le añadimos que se informó de la presencia de crías, unas dos semanas antes de que empezaran a nacer en el estero, en la Isla de Todos Santos, Ensenada (García-Coronel¹, comunicación personal), que se encuentra a una latitud muy cercana a la de la zona de estudio. Se podría pensar que la población del Estero de Punta Banda podría encontrarse reproductivamente aislada de las otras, como en el caso de la población de focas de Puget Sound, con respecto a las poblaciones de las aguas costeras, debido a las diferencias en la temporalidad de los nacimientos con las poblaciones de zonas cercanas (Temte, 1986; Lamont et al. 1996; Huber et al. 2010). Además si se obtiene el fotoperiodo al cual respondería la población del Estero de Punta Banda, teniendo en cuenta que la implantación del blastocisto se produjo 283 días (rango de 274 - 291) antes del nacimiento (Temte, 1994), se obtiene un fotoperiodo crítico de entre 13.88 a 14.14 horas de luz/ día; este no coincide con el fotoperiodo reportado para *P. v. richardsi*, de Washington a México, que es de 14.3 horas de luz/ día (Temte, 1994). Esto podría estar indicando también que la población del estero está reproductivamente aislada de las poblaciones de alrededor, ya que ésta parece responder a un fotoperiodo distinto. Por otro lado, las diferencias encontradas entre lo que se obtuvo en este estudio y la relación lineal descrita por Temte et al. (1991), y el fotoperiodo obtenido por Temte (1994), podrían deberse a que los datos que se usaron para el cálculo de éstos no fueron suficientes, o que como los datos que se utilizaron no eran de las mismas fechas, se podría haber cometido un error por la variación que se puede dar entre años.

Se estimó una duración de la temporada de crías de aproximadamente 9 semanas (Tabla 4), una semana más de las 6 a 8 semanas de lo estimado por

¹ Víctor Manuel García Coronel, S.C.P.P. S.P.R. Litoral de Baja California S.R.L.

Bigg (1981), aunque según lo observado en otros estudios, en distintos lugares, la duración de la temporada de crías es muy variable, como se puede ver en el Apéndice. El máximo número de crías se estimó que se produciría a mediados de marzo, 4 semanas después del inicio de la temporada, aunque el momento en que se produce el máximo de crías también parece ser muy variable por lo reportado en otros estudios (Apéndice).

El número total de crías estimadas en 2011 fue de 34, aunque el conteo máximo de crías fue de 25, y en 2012 fue de 35, que coincide con lo observado ya que se contaron un máximo de 33 crías más 2 crías que habían muerto anteriormente a este conteo. Debido a que el número de crías estimado es muy semejante de un año al otro podría suponerse que el número de hembras reproductivamente activas se mantuvo constante.

Según el modelo de Rothery y McCann (1987), se estimó una duración de la lactancia de 22.65 días (poco más de 3 semanas), aunque normalmente se ha visto que la lactancia tiene una duración, para *P. v. richardsi*, de 4 a 6 semanas (Scheffer y Slipp, 1944; Newby, 1973; Cottrell et al. 2002). En las Islas Canal, California, se ha reportado que la duración de la lactancia es de 3 a 4 semanas (Sterwart y Yochem, 1994), lo que coincide con lo estimado para el Estero de Punta Banda. Que la duración de lactancia sea menor en el Estero de Punta Banda que lo reportado en otros lugares, puede ser debido al disturbio al que están sometidas las focas en esta zona, como se pudo observar en el trabajo de campo; debido a que el disturbio puede provocar un aumento de la tasa de abandono de las crías (Jemison y Kelly, 2001), lo que se refleja en una disminución del tiempo de lactancia. La disponibilidad de alimento antes y durante la temporada de crías también puede influir en la duración de la lactancia (Bohorquez, 2001; Jemison y Kelly, 2001; Dubé et al. 2003).

4.3 Fenología de la muda

En este trabajo se determinó que la etapa de premuda C comienza a finales de marzo, y concluye a principios de julio, se estimó una duración aproximada de 15 semanas. La máxima proporción de individuos en premuda C estimada fue el día 5 de mayo ($t = 126$). Estos datos sobre la premuda C no se pudieron comparar con los de otros lugares, ya que sólo se ha descrito en el estudio realizado por Daniel et al. (2003) en Isla Tugidak (Alaska), pero no son directamente comparables, ya que tuvo en cuenta en el mismo grupo las categorías de premuda B y C, los individuos los divide por categorías de sexo-edad, y además no determina cuándo comenzó la etapa, sólo que terminó a finales de agosto-principios de septiembre. Pero si comparamos el final de la temporada parece que sí hay una variación latitudinal, retrasándose el periodo de premuda hacia el norte. La forma de la curva que se ajustó a los datos parece tener dos picos (Figura 21a), esto podría deberse a la distinta temporalidad que presentan los individuos dependiendo del sexo y la edad (Scheffer y Slipp, 1944; Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003).

La etapa de muda se determinó que inicia a finales de abril y termina a mediados de julio. Se estimó que tiene una duración de unas 11 semanas aproximadamente. La máxima proporción de individuos en muda estimada fue el día 10 de junio ($t = 162$). Si comparamos estas fechas con lo reportado para México, que va de marzo a junio (Lubinsky, 2010), se puede ver que en el Estero de Punta Banda comienza casi dos meses más tarde y finaliza un mes más tarde, aunque la estimación de Lubinsky (2010) se basó en observaciones puntuales. Esto se podría deber a que la mayoría de los datos procedían de poblaciones localizadas más al sur; por lo que, como cabría esperar, al estar más al norte la muda tiene lugar más tarde. Contrastando la temporada de muda en el Estero de Punta Banda con lo que sucede en otros lugares, como por ejemplo en el Golfo de Alaska, que se produce desde principios de junio a principios de octubre (Pitcher y Calkins, 1979); en Isla Tugidak (Alaska), se da de julio a septiembre (Jemison y

Kelly, 2001); en Alaska-Canadá-Washington, la mayoría se registró de agosto a octubre (Stutz, 1966); en Isla Skipjack (Puget Sound), tiene lugar a finales de agosto (Calambokidis et al. 1978); en Bahías de Netarts y Tillamook (Oregon), se produce de finales de julio a principios de septiembre (Brown y Mate, 1983); en Maryn County (California), se da de principios de junio a finales de julio (Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011; Codde et al. 2012); en las Islas Canal (California) la mayoría se registró de finales de mayo a principios de junio (Stewart y Yochem, 1994); no se pueden hacer comparaciones directas ya que la mayoría de estos datos se deben a observaciones parciales, no se basan en el estudio de la temporada de muda en sí, menos en el caso del estudio de Daniel et al. (2003), pero en este caso tampoco se puede comparar directamente por las razones expuestas anteriormente. Pero visto a grandes rasgos, parece que siguen una clina latitudinal de sur a norte, lo que podría deberse a una respuesta al fotoperiodo (Mo et al. 2000), y a que se encuentra relacionado con la temporada reproductiva, ya que la muda en el caso de las hembras y los machos adultos se encuentra inhibida por hormonas sexuales (Mohn, 1958 en Daniel et al. 2003; Ling, 1970; Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003).

Durante el trabajo de campo se observó un añero en muda el 1 de junio de 2012 (Figura 26), lo cual es inusual, ya que se ha reportado que los añeros son los primeros en mudar (Thompson y Rothery, 1987; Daniel et al. 2003), y este caso aislado sucedió en la mitad de la temporada de muda, aproximadamente. El añero en muda observado en el presente estudio podría explicarse porque el individuo estuviese mal alimentado, y por tanto tuviese una reserva insuficiente de grasa lo que provocaría una liberación de cortisol (Ortiz et al. 2003), que actúa inhibiendo el crecimiento del pelaje (Riviere et al. 1977).

Se estimó, mediante el modelo de Thompson y Rothery (1987), que la fecha media en la que los individuos completaron la muda fue el 20 de junio ($t = 172$). Este método sería interesante aplicarlo dividiendo a los individuos por categorías teniendo en cuenta el sexo y la edad, para así poder determinar el orden en el que acaban de mudar (Thompson y Rothery, 1987). La clasificación de los individuos

en categorías de sexo y edad no se pudo realizar en este estudio, porque debido al disturbio no se pudo observar la colonia de focas durante el tiempo suficiente como para poder clasificar a la mayoría de los individuos.

Se obtuvo que el número de adultos e inmaduros que se encontraban en tierra, presentaba una correlación moderada con la proporción de individuos en premuda C, y con la proporción de individuos en muda. Coincidieron aproximadamente el máximo de estas proporciones con los mayores conteos. De esta forma, como se observa en la Figura 25, la mayor cantidad de individuos contados se encuentra entre la máxima de proporción de individuos en premuda C y la máxima proporción de individuos en muda, por lo que si se quiere tener una estimación de la abundancia de esta población sería recomendable realizar conteos en estas fechas, entre el 5 de mayo y el 10 de junio. Estas fechas se encuentran dentro de la temporada de muda, por tanto coincide con lo reportado en otras zonas que determinan que el momento más adecuado para hacer conteos para la estimación de abundancia es durante la temporada de muda (Brown y Mate, 1983; Thompson y Harwood, 1990; Stewart y Yochem, 1994; Jemison y Kelly, 2001; Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011).

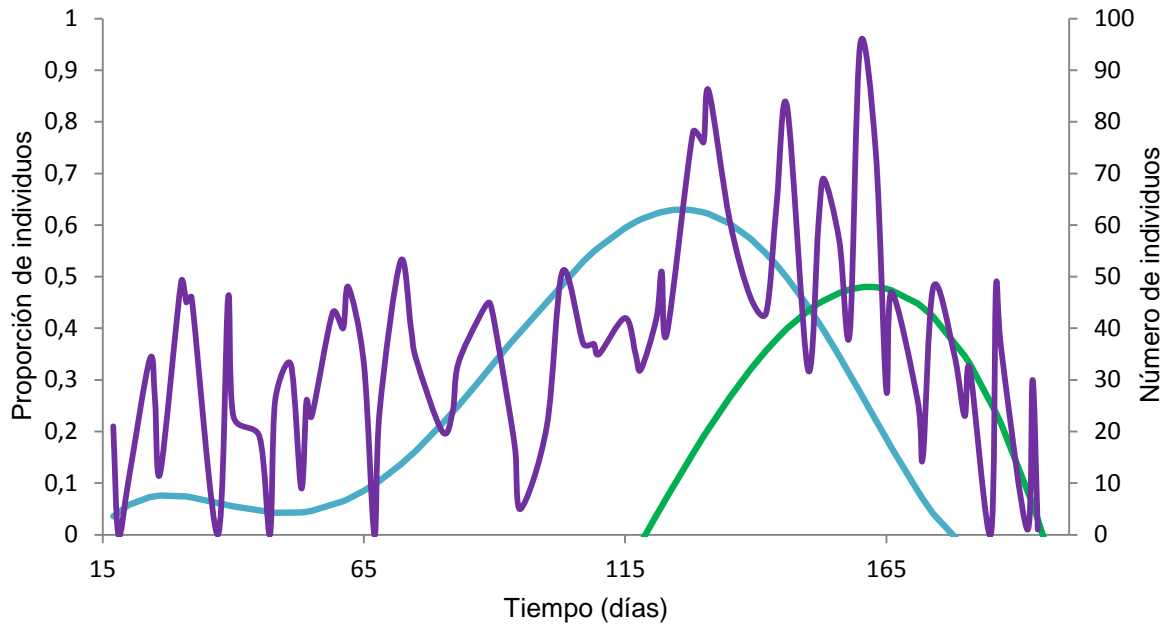


Figura 25. Conteos de *Phoca vitulina richardsi* y proporción de individuos en las distintas etapas de la muda, en el Estero de Punta Banda, 2012. Número de adultos e inmaduros (—); Proporción de individuos en premuda C (—); Proporción de individuos en muda (—).



Figura 26. Añero de *Phoca vitulina richardsi* en muda D (Tipo I), el 1 de junio de 2012, en el Estero de Punta Banda (Foto: Eva M^a Fernández Martín).

4.4 Secuencia con que se desarrolla la muda

En este estudio se encontraron diferencias significativas entre el número de individuos que presentaban la secuencia de muda tipo I (la última zona en mudar es el tronco) y los que presentaban la tipo II (las últimas zonas en mudar son la cabeza y las aletas). Por lo tanto, se puede concluir que en el Estero de Punta Banda la secuencia predominante con que *P. v. richardsi* desarrolla la muda es la tipo II. Esto fue reportado anteriormente para México (Schramm², comunicación personal; Domínguez-Reza y Schramm, 2011), aunque en otros lugares de su distribución, como Canadá (Stutz, 1967b), Alaska (Ashwell-Erickson et al. 1986; Daniel et al. 2003) y Washington (Moss, 1992 en Daniel et al. 2003), se ha visto que la secuencia predominante era la tipo I, que también fue descrita en cautiverio (Scheffer y Slipp, 1944; Riviere et al. 1977; Riviere, 1978).

En otras especies de pinnípedos, como el lobo marino de Nueva Zelanda (*Phocarctos hookeri*) y el lobo marino de Steller (*Eumetopias jubatus*), también se ha reportado que la muda seguía una determinada secuencia, y además en estos estudios se observaron diferencias dependiendo de la edad y el sexo de los individuos (McConkey et al. 2002; Daniel, 2003).

La aparición de parches de pelo nuevo puede estar relacionada con los “puntos calientes” que aparecen en la superficie corporal de los individuos (Daniel, 2003), ya que la epidermis necesita de una alta temperatura para la regeneración folicular (Boily, 1995). Estos “puntos calientes” están relacionados con la termorregulación, en ellos se produce la liberación de calor (Mauck et al. 2003; Daniel, 2003). Se han realizado estudios sobre la termorregulación y sobre estos “puntos calientes” (Hart et al. 1959; Mauck et al. 2003). En ellos se ha observado que las aletas son las principales zonas de intercambio de calor, tanto en tierra como en aire; ya que la temperatura de la piel del cuerpo varía más en función de la temperatura ambiental que las aletas (Hart et al. 1959). También se ha observado que los “puntos calientes” normalmente aparecen primero en la región

² Dra. Yolanda Schramm Urrutia, Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

dorso lateral de la cabeza y el cuello, y en las aletas posteriores; estos “puntos calientes” cuando había temperaturas altas, según aumentaba el tiempo que el individuo estaba fuera del agua, se vio que empezaban a aumentar de tamaño hasta cubrir gran parte del tronco del animal; mientras que a temperaturas bajas estos puntos permanecían pequeños, llegando en algunos casos a reducir su tamaño (Mauck et al. 2003). Todo esto podría explicar por qué existen diferencias en la secuencia predominante de la muda en los distintos lugares; ya que la secuencia tipo I se ha observado en latitudes altas, donde la temperatura suele ser menor, por tanto en las focas de estos lugares los “puntos calientes” tenderían a concentrarse primero en la zona del cráneo, del cuello y las aletas (Mauck et al. 2003), siendo estas zonas por tanto las que primero alcancen las condiciones de temperatura necesarias para que se produzca la regeneración folicular, y en consecuencia las primeras zonas donde se observarían parches de pelos nuevo; mientras que la secuencia tipo II se ha observado en latitudes más bajas, donde suele haber temperaturas más altas, y por tanto los “puntos calientes” aumentarían de tamaño más fácilmente, cubriendo el tronco del animal (Mauck et al. 2003). Debido a esto y a que la piel de la zona del tronco es más sensible a cambios de la temperatura ambiental (Hart et al. 1959), esta zona podría alcanzar las condiciones de temperatura óptimas para la muda antes que las otras, siendo por tanto la primera zona que muda el individuo.

5. Conclusiones

Este trabajo aporta información nueva sobre la fenología de los nacimientos y de la muda de *P. v. richardsi* en el Estero de Punta Banda, la colonia más sureña donde se ha realizado un estudio de este tipo. El estudio permite concluir:

- ◆ Los nacimientos y la muda de esta especie suceden antes que en el resto de lugares donde se han estudiado, por lo que, en términos generales, coincide con la clina descrita por Temte et al. (1991).
- ◆ Durante la temporada de muda, en el Estero de Punta Banda, se encuentra el mayor número de individuos adultos e inmaduros, de *P. v. richardsi*, en tierra.
- ◆ Las fechas óptimas para realizar conteos y estimar la abundancia, en el Estero de Punta Banda, son entre el 5 de mayo y el 10 de junio.
- ◆ La temporada de crías de *P. v. richardsi*, en el Estero de Punta Banda, comienza a mediados de febrero y finaliza a mediados de abril.
- ◆ El máximo número de crías de *P. v. richardsi* se puede encontrar a mediados de marzo, en el Estero de Punta Banda.
- ◆ La premuda C³ de *P. v. richardsi*, en el Estero de Punta Banda, comienza a finales de marzo, y concluye a principios de julio. La máxima proporción de individuos en premuda C se encuentra a principios de mayo.

³ Premuda C: categoría de la muda donde el pelaje se vuelve de color café oscuro o claro, y las manchas y los anillos son inapreciables, se produce justo antes de la muda.

- ◆ La muda⁴ de *P. v. richardsi*, en el Estero de Punta Banda, inicia a finales de abril y finaliza a mediados de julio. La máxima proporción de individuos en muda se encuentra a principios de junio.
- ◆ El tipo de secuencia predominante con que se desarrolla la muda de *P. v. richardsi*, en el Estero de Punta Banda, es el tipo 2⁵.

⁴ Muda: etapa de la muda donde el individuo presenta parches de pelo nuevo.

⁵ Tipo 2: secuencia que sigue la muda cuando los parches de pelo nuevo aparecen primero en el tronco del individuo, y las últimas zonas en mudar son las aletas y la cabeza.

Referencias bibliográficas

Allen, S. (1980). Notes on the births and deaths of harbor seal pups at Double Point, California. *The Murrelet*. 61(1): 41- 43.

Antonelis, G.A., Fiscus, H.C. (1980). The pinnipeds of the California current. *CalCOFI report*. XXI: 68-70.

Arias-Del Razo, A. (2011). Uso de hábitat por cuatro especies de pinnípedos en las islas al occidente de Baja California. (Tesis de Maestría) Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada. Ensenada, México.

Ashwell-Erickson, S., Fay, F.H., Elsner, R. & Wartzok, D. (1986). Metabolic and hormonal correlates of molting and regeneration of pelage in Alaskan harbor and spotted seals (*Phoca vitulina* and *Phoca largha*). *Canadian Journal of Zoology*. 64: 1086-1094.

Bartholomew, G.A., Boolootian, R.A. (1960). Numbers and population structure of the pinnipeds on the California Channel Islands. *Journal of Mammalogy*. 41(3): 366-375.

Bigg, M.A. (1966). Age determination, reproduction, growth and population analysis of the harbor seal, *Phoca vitulina richardi* gray. (MS Thesis). University of British Columbia. Vancouver.

Bigg, M.A. (1969a). Clines in the pupping season of the harbor seal, *Phoca vitulina*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 26: 449-455.

Bigg, M.A. (1972). Control of annual reproduction in the female harbor seal, *Phoca vitulina*. (Ph.D. Zoology Thesis). University of British Columbia. Vancouver. 111.

Bigg, M.A. (1981). Harbour Seal - *Phoca vitulina* and *P. largha*. In: S. H. Ridway & R. J. Harrison. (eds.). *Handbook of Marine Mammals Vol. 2. Seals*. Academic Press, Londres.

Bohorquez, A.S. (2001). Pupping phenology and haul out patterns of Harbor Seals (*Phoca vitulina richardii*) in San Francisco, California. (MS Thesis). San Francisco State University. San Francisco.

Boily, P. (1995). Theoretical heat flux in water and habitat selection of phocid seals and beluga whales during the annual molt. *Journal of Theoretical Biology*. 172(3): 235-244.

- Bonner, W.N. (1979). Harbour (Common) Seal. In: *Mammals in the seas*. Vol. II: pinniped species summaries and report on sirenians. FAO Fisheries Series. No. 5: 58-62.
- Bonnes, D.J., Bowen, W.D., Buhleier, B.M. & Marshall, G.J. (2006). Mating tactics and mating system of an aquatic mating pinniped: The harbor seal, *Phoca vitulina*. *Behaviour Ecology Sociobiology*. 61: 119-130.
- Boveng, P.L., Bengtson, J.L., Withrow, D.E., Cesarone, J.C. & Simpkins, M.A. (2003). The abundance of harbor seals in the Gulf of Alaska. *Marine Mammal Science*. 19(1): 111-127.
- Bowen, W.D., Ellis, S.L., Iverson, S.J. & Boness, D.J. (2003). Maternal and newborn life-history traits during periods of contrasting population trends: implications for explaining the decline of harbour seals (*Phoca vitulina*), on Sable Island. *Journal of Zoology*. 261(2): 155-163.
- Brown, R.F., Wright, B.E., Riemer, S.D. & Laake, J. (2005). Trends in abundance and current status of harbor seals in Oregon: 1977-2003. *Marine Mammal Science*. 21(4): 657-670.
- Brown, R.F., Mate, B.R. (1983). Abundance, movements, and feeding habits of harbor seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook bays, Oregon. *Fishery Bulletin*. 81(2): 291-301.
- Burns, J.J. (1970). Remarks on the distribution and natural history of pagophilic pinnipeds in the Bering and Chukchi seas. *Journal of Mammalogy*. 51: 445-454.
- Burns, J.J. (2009). Harbor seal and spotted seal *Phoca vitulina* and *P. largha*. In: Perrin, W.F., Würsig, B. & Thewissen, J.G.M. (eds.). *Encyclopedia of marine mammals*. Segunda edición, Academic Press, Canada.
- Calambokidis, J., Bowman, K., Carter, S., Cabbage, J., Dawson, P., Fleischner, T., Schuett-Hames, J., Skidmore, J. & Taylor, B. (1978). *Chlorinated hydrocarbon concentrations and the ecology and behavior of harbor seals in Washington State waters: a student-originated study supported by the National Science Foundation*. Evergreen State College. Olympia, Washington.
- Codde, S., Press, D., Roberts, D. & Allen, S. (2011). *Pacific harbor seal (Phoca vitulina richardsi) monitoring at Point Reyes National Seashore and Golden Gate National Recreation Area: 2010 annual report*. Natural Resource Technical Report NPS/SFAN/NRTR—2011/465. National Park Service, Fort Collins, Colorado.

Codde, S., Press, D., Roberts, D. & Allen, S. (2012). *Pacific harbor seal (Phoca vitulina richardsi) monitoring at Point Reyes National Seashore and Golden Gate National Recreation Area: 2011 annual report*. Natural Resource Technical Report NPS/SFAN/NRTR—2012/611. National Park Service, Fort Collins, Colorado.

Cottrell, P., Jeffries, S., Beck, B. & Ross, P. (2002). Growth and development in free-ranging harbor seal (*Phoca vitulina*) pups from southern British Columbia, Canada. *Marine Mammal Science*. 18(3): 721-733.

Daniel, R.G. (2003) The timing of moulting in wild and captive Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). (MS Thesis). University of British Columbia, Vancouver.

Daniel, R.G., Jemison, L.A., Pendleton, G.W. & Crowley, S.M. (2003). Molting phenology of harbor seal on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*. 19(1): 128-140.

Domínguez-Reza, R.H. y Schramm, Y. (2011). Las categorías de la muda en la foca de puerto *Phoca vitulina richardsi*, en México. Ponencia. XLVIII Semana de Ciencias Marinas, y XIX Congreso Estudiantil de la Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. Mayo 2011.

Dubé, Y., Hammill, M. O. & Barrette, C. (2003). Pup development and timing of pupping in harbour seals (*Phoca vitulina*) in the St. Lawrence River estuary, Canada. *Canadian Journal of Zoology*. 81(2): 188-194.

Feltz, E.T., Fay, F.H. (1966). Thermal requirements in vitro of epidermal cells from seals. *Cryobiology*. 3: 261-264.

Flynn, E., Press, D., Codde, S., Roberts, D. & Allen, S. (2009). *Pacific Harbor Seal (Phoca vitulina richardsi) Monitoring at Point Reyes National Seashore and Golden Gate National Recreation Area 2008 Annual Report*. National Resource Technical Report NPS/SFAN/NRTR - 2009/267: 38.

Galimberti, F., Sanvito, S. (2001). Modeling female haul-out in southern elephant seals (*Mirounga leonina*). *Aquatic Mammals*. 27(2): 92-104.

Gallo-Reynoso, J. P. y Auriolos-Gamboa, D. (1984). Distribución y estado actual de la población de foca común (*Phoca vitulina richardsi* (Gray, 1864)), en la Península de Baja California, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología*. 55(2): 323-332.

García-Aguilar, M.C. (2004). Breeding Biology of the Northern Elephant Seal (*Mirounga angustirostris*) at the Isla San Benito del Oeste, Eastern Pacific, México. *Aquatic Mammals*. 30(2): 289-295.

- Gjertz, I., Børset, A. (1992). Pupping in the most northerly harbor seal (*Phoca vitulina*). *Marine Mammal Science*. 8(2): 103-109.
- Graybill, M.R. (1981). Haul-out patterns and diet of harbour seals, *Phoca vitulina*, in Coos County, Oregon. (MS Thesis). University of Oregon. Eugene, Oregon.
- Haggerty, B.P., Mazer, S.J. (2008). *The Phenology Handbook: A guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts*. University of California. Santa Barbara.
- Hanan, D.A. (1996). Dynamics of abundance and distribution for Pacific harbor seal, *Phoca vitulina richardsi*, on the coast of California. (Tesis de Doctorado). University of California. Los Angeles, California.
- Härkonen, T., Harding, K.C. (2001). Spatial structure of harbour seal populations and the implications thereof. *Canadian Journal of Zoology*. 79(12): 2115-2127.
- Hart, J.S., Irving, B. & Mackenzie, B. (1959). The energetics of harbor seals in air and in water with special consideration of seasonal changes. *Canadian Journal of Zoology*. 37(4): 447-457.
- Henriksen, G., Gjertz, I. & Kondakov, A. (1997). A review of the distribution and abundance of harbor seals, *Phoca vitulina*, on Svalbard, Norway, and in the Barents Sea. *Marine Mammal Science*. 13(1): 157-163.
- Huber, H.R., Jeffries, S.J., Lambourn, D.M. & Dickerson, B.R. (2010). Population substructure of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) in Washington State using mtDNA. *Canadian Journal of Zoology*. 88(3): 280-288.
- Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAP- Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Recuperación, Investigación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Pinnípedos en México y Aguas de Jurisdicción Nacional. (2000). *Proyecto para la Conservación, Recuperación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Pinnípedos en México*. SEMARNAP. México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP, PNUP y RDS. (2002). *Áreas naturales protegidas de México con decretos federales*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. México, D. F.
- Jemison, L.A., Kelly, B. (2001). Pupping phenology and demography of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*. 17(3): 585-600.

Jemison, L.A., Pendleton, G.W., Wilson, C.A. & Small, R.J. (2006). Long-term trends in harbor seal numbers at Tugidak Island and Nanvak Bay, Alaska. *Marine Mammal Science*. 22(2): 339-360.

La Jolla Friends of the Seals. (2011, 2012). 2008, 2009, 2010, 2011 & 2012 Pup Season [en línea]. San Diego. Disponible en: <http://lajollafriendsoftheseals.org/pupnews.html>

Lambourn, D.M., Jeffries, S.J. & Huber, H.R. (2010). *Observations of Harbor Seals in Southern Puget Sound during 2009*. Report For: NOAA Purchase Order AB133F09SE2836.

Lamont, M.M., Harvey, J.T., Jeffries, S., Brown, R., Huber, H.H., DeLong, R. & Thomas, W.K. (1996). Genetic substructure of the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) off Washington, Oregon, and California. *Marine Mammal Science*. 12: 402-413.

Ling, J. K. (1970). Pelage and molting in wild mammals with special reference to aquatic forms. *Quarterly Review of Biology*. 45: 16-54.

Ling, J.K. (1972). Adaptive functions of vertebrate molting cycles. *American Zoologist*. 12: 77-93.

Loya-Salinas, D.H., Palacios, E. y González, S. 1992. Abundancia estacional de la foca de bahía (*Phoca vitulina richardsi* Gray 1864) en el Estero de Punta Banda (B.C., México). *Ciencias Marinas*. 18(3): 57-70.

Lowry, L.F., Frost, K.J., Ver Hoep, J.M. & DeLong, R.A. (2001). Movements of satellite-tagged subadult and adult harbor seals in Prince William Sound, Alaska. *Marine Mammal Science*. 17(4): 835–861.

Lubinsky, D. (2010). Estado actual de la foca común del Pacífico Oriental (*Phoca vitulina richardsi*), en México. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.

Maravilla-Chávez, M. y Lowry, M. (1996). Censos de pinnípedos en islas de la costa occidental de la Península de Baja California, México (Julio/Agosto, 1992). *Ciencia Pesquera*. 13: 73-77.

Martinez-Inostros, M. (1994). Caracterización de Oxígeno disuelto, salinidad, temperatura y nutrientes antes y después de una temporada de lluvia (Septiembre de 1992 y Marzo de 1993) en el Estero de Punta Banda. (Tesis Profesional). Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.

- Mauck, B., Bilgmann, K., Jones, D.D., Eysel, U. & Dehnhardt, G. (2003). Thermal windows on the trunk of hauled-out seals: hot spots for thermoregulatory evaporation?. *The Journal of Experimental Biology*. 206: 1727-38.
- McConkey, S., Lalas, C. & Dawson, S. (2002). Moulting and changes in body shape and pelage in known-age male New Zealand sea lions (*Phocarctos hookeri*), New Zealand. *Journal of Zoology*. 29(1): 53-61.
- Miller, K., Irving, L. (1975). Metabolism and temperature regulation in young harbor seals *Phoca vitulina richardi*. *American Journal of Physiology*. 229(2): 506-511.
- Mo, G., Gili, C. & Ferrando, P. (2000). Do photoperiod and temperature influence the molt cycle of *Phoca vitulina* in captivity? *Marine Mammal Science*. 16(3): 570-577.
- Newby, T.C. (1966). Viability of Premature Fetal Harbor Seal. *The Murrelet*. 47(2): 46.
- Newby, T.C. (1973). Observations of the breeding behavior of the harbor seal in the state of Washington. *Journal of Mammalogy*. 54 (2): 540-543.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). (1997). *Investigation of Scientific Information on the Impacts of California Sea Lions and Pacific Harbor Seals on Salmonids and on the Coastal Ecosystems of Washington, Oregon, and California*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-28, 172.
- Northridge, S.P. (1985). *Estudio mundial de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca*. FAO Inf. Pesca. Londres.
- Nuche-Pascual, M.T. (2012). Distribución de *Phoca vitulina richardsi* en las Islas al Occidente de la Península de Baja California: su relación con las surgencias y los bosques de macroalgas. (Tesis de Maestría) Centro de Investigación y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Ensenada, México.
- O'Corry-Crowe, G., Westlake Storey, R.L., DeAngelis, M.L., Campbell, D.G., Martien, K.K. & Taylor, B.L. (2002). Molecular genetic investigations of harbor seal stock structure in Alaska. *Draft*. 304-311.
- Odell, D.K. (1971). Censuses of Pinnipeds Breeding on the California Channel Islands. *Journal of Mammalogy*. 52(1): 187-190.
- Olesiuk, P.F., Bigg, M.A. & Ellis, G.M. (1990). Recent trends in the abundance of harbour seals, *Phoca vitulina*, in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 47: 992-1003.

- Ortiz, R.M., Houser, D.S., Wade, C.E. y Leo-Ortiz, C. (2003). Hormonal changes associated with the transition between nursing and natural fasting in northern elephant seals (*Mirounga angustirostris*). *General and Comparative Endocrinology*. 130(1): 78-83.
- Padilla-Villavicencio, A.M. (1990). Aspectos biológicos de la foca común (*Phoca vitulina richardsi*, Gray (1864)) en la costa occidental de Baja California (Carnivora: Phocidae). (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Paz-Vela de la, R. (1978). Hidrodinámica y dispersión de contaminantes en el Estero de Punta Banda. Baja California. (Tesis Profesional). Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.
- Perry, E. A., Amos, W. (1998). Genetic and behavioral evidence that harbor seal (*Phoca vitulina*) females may mate with multiple males. *Marine Mammal Science*. 14(1): 178-182.
- Pitcher, K.W. (1986). Variation in Blubber Thickness of Harbor Seals in Southern Alaska. *The Journal of Wildlife Management*. 50(3): 463-466.
- Pitcher, K. W., Calkins, D.G. (1979). Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina richardsi*, in the Gulf of Alaska. *Environmental Assessment of the Alaskan Continental Shelf, Final Reports*. 19: 231-310.
- Pritchard, D.W., de la Paz Vela, R., Cabrera-Muro, H.R., Farreras, S y Morales, E. (1978). Hidrología física del Estero de Punta Banda, Parte I: análisis de datos. *Ciencias Marinas*. 5(2): 1-23.
- Proesteros. (2005). Ficha RAMSAR 2006 [en línea]. Ensenada. Disponible en: http://proesteros.cicese.mx/archivos/ficha_ramsar_punta_banda.pdf
- Reijnders, P.J.H., Brasseur, S.M.J.M. & Meesters, H.W.G. (2010). Earlier pupping in harbour seals, *Phoca vitulina*. *Biology Letters*. 6(6): 854-857.
- Riviere, J.E. (1978). Motling in the Harbor Seal [*Phoca vitulina*] and Its Possible Significance to Exotic Animal Medicine. *The Journal of Zoo Animal Medicine*. 9(2): 46-52.
- Riviere, J.E., Engelhardt, F.R. & Solomon, J. (1977). The relationship of thyroxine and cortisol to the moult of the harbor seal *Phoca vitulina*. *General and Comparative Endocrinology*. 31(4): 398-401.

Rodríguez-Valencia, J.A. y Cisneros-Mata, M.A. (2006). *Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano*. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF-México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte.

Rosales-Casián, J.A. (1997). Estructura de la comunidad, integridad biótica y el uso por peces de los ambientes de la zona costera-laguna del Pacífico norte de Baja California. (Tesis de Doctor) Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada. Ensenada, México.

Rothery, P., McCann, S.T. (1987). Estimating pup production of elephant seals at South Georgia. *Symposia of the Zoological Society of London*. 58: 211-223.

Sandell, M. (1990). The evolution of seasonal delayed implantation. *The Quarterly Review of Biology*. 65(1): 23-42.

Schaeff, C.M., Boness, D.J. & Bowen, W.D. (1999). Female distribution, genetic relatedness, and fostering behaviour in harbour seals, *Phoca vitulina*. *Animal Behaviour*. 57(2): 427-434.

Scheffer, V.B. (1958). *Seals, sea lions, and walruses: a review of the Pinnipedia*. University Press, Stanford.

Scheffer, V.B. (1974). February birth of Mexican harbor seal. *The murrelet*. 55(3): 44.

Scheffer, B., Slipp, J.W. (1944). The harbor seal in Washington State. *American Midland Naturalist*. 32: 373-416.

SEMARNAT. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección*. Diario Oficial de la Federación, 16 mayo 1994.

SEMARNAT. (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.

Shaughnessy, P.D., Fay, F.H. (1977). A review of the taxonomy and nomenclature of North Pacific Harbour seals. *Journal of Zoology*. 182(3): 385–419.

Stewart, B.S. (2002). Pinnípedos. In: Reeves, R.R., Stewart, B.S., Clapham, P.S. & Powell, J.A. *Guía de los Mamíferos Marinos del Mundo*. (eds.). National Audubon Society. Chanticleer Press, New York.

- Stewart, B.S., Yochem, P. (1994). Ecology of Harbor Seals in the Southern California Bight. *The Fourth California Islands Symposium: Update on the Status of Resources*. 123-134.
- Stutz, S.S. (1966). Moulting and pelage patterns in the Pacific harbor seal *Phoca vitulina*. (Tesis de Maestría). The University of British Columbia. Vancouver.
- Stutz, S.S. (1967b). Moulting in the Pacific harbour seal, *Phoca vitulina richardi*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 24: 435-441.
- Suryan, R.M. (1995). Pupping phenology, disturbance, movements and dive patterns of harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) off the northern San Juan Islands of Washington. (Tesis de Maestría). San Jose State University. San Jose. California.
- Temte, J.L. (1986). Photoperiod and the timing of pupping in the Pacific harbor seal (*Phoca vitulina richardsi*) with notes on reproduction in northern fur seals and Dall porpoises. (Tesis de Maestría). Oregon State University, Oregon.
- Temte, J.L. (1991). Precise birth timing in captive harbor seals (*Phoca vitulina*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Marine Mammal Science*. 7(2): 145-156.
- Temte, J.L. (1994). Photoperiod control of birth timing in the harbour seal (*Phoca vitulina*). *Journal of Zoology*. 233(3): 369-384.
- Temte, J.L., Bigg, M.A. & Wiig, O. (1991). Clines revisited: The timing of pupping in the harbour seal (*Phoca vitulina*). *Journal of Zoology*. 224(4): 617-632.
- Thompson, D., Härkönen, T. (2008). *Phoca vitulina*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. Disponible en: www.iucnredlist.org
- Thompson, P.M., Harwood J. (1990). Methods for Estimating the Population Size of Common Seals, *Phoca vitulina*. *Journal of Applied Ecology*. 27(3): 924-938.
- Thompson, P., Rothery, P. (1987). Age and sex differences in the timing of the moult in the common seal, *Phoca vitulina*. *Journal of Zoology*. 212: 597-603.
- Thompson, P.M., Wheeler, H. (2008). Photo-ID-based estimates of reproductive patterns in female harbor seals. *Marine Mammal Science*. 24(1): 138-146.
- Tollit, D.J., Black, A.D., Thompson, P.M., Mackay A., Corpe, H.M., Wilson, B., Van Parijs, S.M., Grellier, K. & Parlane, S. (1998). Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology*. 244: 209-222.

Torres, A., Esquivel, C. y Ceballos, G. (1995). Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 1: 22-43.

Trejo-Barajas, D., Rodríguez-Tomp, R.E., Altable, F., Rivas-Hernández, I., González-Cruz, E., Urciaga-García, J., Altable, M.E. y Martínez-de la Torre, J.A. (2002). *La Economía Regional*. En: E. González-Cruz (ed.). *Historia General de Baja California Sur*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 595.

Trites, A.W. (1992). Reproductive synchrony and the estimation of mean date of birth from daily counts of Northern fur seal pups. *Marine Mammal Science*. 8: 44–56.

Trumble, S.J. (1995). Abundance, movements, dive behavior, food habits, and mother-pup interactions of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) near Monterey Bay, California. (M.S. Thesis). California State University. Fresno, California.

Walker, B.G., Bowen, W.D. (1993). Changes in body mass and feeding behaviour in male harbour seals, *Phoca vitulina*, in relation to female reproductive status. *Journal of Zoology*. 231(3): 423-436.

Woodley, T.H., Lavigne, D.M. (1991). *Incidental Capture of Pinnipeds in Commercial Fishing Gear*. International Marine Mammal Association Inc. Technical Report No. 91-01. Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.9.1659&rep=rep1&type=pdf>

Zavala-González, A., Mellink, E. (1997). Entanglement of California Sea Lions *Zalophus californianus californianus* in fishing gear in the central-northern part of the Gulf of California, Mexico. *Fishery Bulletin*. 95: 180-184.

Zavala-González, A., Mellink, E. (2000). Historical Exploitation of the California Sea Lion, *Zalophus californianus*, in México. *Marine Fisheries Review*. 62: 35-40.

Apéndice. Información sobre la temporada de crías de *P. v. richardsi*

<i>Localización</i>	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>	<i>Máximo de crías</i>	<i>Año</i>	<i>Fuente de información</i>
ESTADOS UNIDOS					
<i>Alaska</i>					
Río Copper	mediados de mayo	principios de julio	principios de junio	1977**	Pitcher, 1977 en Pitcher y Calkins, 1979
Isla Tugidak	mediados - finales de mayo	-	mediados de junio	1996- 1998	Jemison y Kelly, 2001
Puerto Moller	finales de junio	mediados de julio	finales de junio- principios de julio	1962	Burns, 1970
CANADÁ					
<i>British Columbia</i>					
Río Skeena	finales de mayo	finales de junio	principios junio	1952**	Fisher, 1952 en Olesiuk et al. 1990
Bahía de Boundary	finales de junio	principios de agosto	-	1964, 1985	Bigg, 1966
ESTADOS UNIDOS					
<i>Washington</i>					
Isla Skipjack	principios julio	principios agosto	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Isla San Juan	principios - mediados de junio	mediados de octubre	finales de julio- principios de agosto	1991- 1992	Suryan, 1995
Isla Smith	finales de junio; mediados junio	principios de julio; finales de julio	-	1942; 1977	Scheffer y Slipp, 1944; Calambokidis et al. 1978
Bahía de Willappa	mediados de mayo	principios de junio	-	1942; 1965	Scheffer y Slipp, 1944; Newby, 1966

<i>Localización</i>	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>	<i>Máximo de crías</i>	<i>Año</i>	<i>Fuente de información</i>
<i>Puget Sound</i>					
Bahía de Quilcene	principios septiembre	finales de septiembre	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Delta Dosewallisp	mediados de julio	mediados de septiembre	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Delta Duckabus	principios agosto	mediados de septiembre	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Delta Skokomish	medidos de agosto	mediados de enero	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Isla Gertrude	finales de junio	finales septiembre- principios octubre	principios agosto	2009	Lambourn et al. 2010
Nisqually	finales de junio	principios de agosto	principios de julio	1942	Scheffer y Slipp, 1944
Ensenada Budd	mediados de julio	mediados de agosto	-	1977	Calambokidis et al. 1978
Ensenada Eld	finales de julio	principios de septiembre	-	1977	Calambokidis et al. 1978
<i>Oregon</i>					
Bahía de Tillamook	principios - mediados de mayo	-	principios- mediados de junio	1978- 1981	Brown y Mate, 1983
Bahía de Netarts	principios - mediados de mayo	-	principios- mediados de junio	1978- 1981	Brown y Mate, 1983
Bahía de Coos	mediados de abril	principios de junio	mediados de mayo	1980	Graybill, 1981
<i>California</i>					
Bahía de Humboldt	finales de marzo	principios de abril	-	1977**	Knudtson, 1977 en Temte et al. 1991
Bahía de Tomales	mediados de marzo	-	-	2001, 2010	Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011

<i>Localización</i>	<i>Inicio</i>	<i>Final</i>	<i>Máximo de crías</i>	<i>Año</i>	<i>Fuente de información</i>
Estero Drakes	principios de marzo	-	-	2002, 2005	Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011
Point Reyes Headlands	mediados de marzo	-	-	2000	Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011
Double Point	finales de abril*; principios-mediados marzo	-	-	1977; 2004, 2006, 2007	Allen, 1980; Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011
Bolinas Lagoon	mediados-finales de marzo	-	-	2003, 2008	Flynn et al. 2009; Codde et al. 2011
Bahía de San Francisco	mediados-finales de marzo	principios de mayo, mediados de abril	-	1999- 2001	Bohorquez, 2001
Islas del Canal	principios de marzo; finales de febrero	últimos de abril; principios de abril	finales de marzo	1971**; 1978-1993	Odell, 1971; Stewart y Yochem, 1994
La Jolla	finales de enero-mediados de febrero	-	-	2008- 2011	La Jolla Friends of the Seals, 2011
MÉXICO					
<i>Baja California</i>					
Estero de Punta Banda	mayo*; febrero-abril*	-	-	1985; 1990	Padilla-Villavicencio, 1990; Loya-Salinas et al. 1992
Isla San Martín	principios de febrero*; mediados de enero*	-	-	1973; 1985	Scheffer, 1974; Padilla-Villavicencio, 1990
Isla San Jerónimo	mediados de febrero*	-	-	2009	Lubinsky, 2010
Islas San Benito	finales de enero*	-	-	2009	Lubinsky, 2010

(*) Datos de presencia de crías, basados en observaciones parciales

(**) Año de muestreo desconocido, el año que se apunta es el de la publicación de los datos