



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL GANSO DE
COLLAR (*Branta bernicla nigricans*) EN TRES
HUMEDALES DE LA PENÍNSULA DE BAJA
CALIFORNIA, MÉXICO**

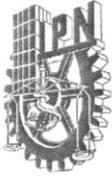
TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

Fabiola Desirée Molina Carrasco

LA PAZ, B.C.S., DICIEMBRE DE 2014



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 14 del mes de noviembre del 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL GANSO DE COLLAR (*Branta benicla nigricans*)
EN TRES HUMEDALES DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

MOLINA
Apellido paterno

CARRASCO
materno

FABIOLA DESIRÉE
nombre(s)

Con registro:

B	1	2	0	6	9	4
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DR. L. ROBERTO FÉLIX ARMONA PIÑA
Director de Tesis

DR. ROBERTO FÉLIX URAGA
2º Director de Tesis

DR. LEONARDO ANDRÉS VIBIJA CÁRDENAS

MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

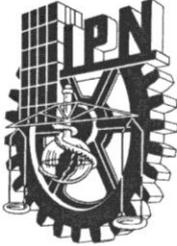
DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ



IPN
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 24 del mes noviembre del año 2014
el (la) que suscribe BM. FABIOLA DESIRÉE MOLINA CARRASCO alumno(a) del
Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS
con número de registro B120694 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:
DR. L. ROBERTO CARMONA PIÑA Y DR. ROBERTO FÉLIX URAGA

y cede los derechos del trabajo titulado:

"HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL GANSO DE COLLAR (*Branta benicla nigricans*)
EN TRES HUMEDALES DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO"

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

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: fademoca@gmail.com - rfelix@ipn.mx - beauty@uabcs.mx

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

BM. FABIOLA DESIRÉE MOLINA CARRASCO

nombre y firma



“Vernos a nosotros mismos como los demás nos ven es un don en extremo conveniente. Apenas es menos importante la capacidad de ver a los otros como ellos mismos se ven. Pero ¿qué pasa si los demás pertenecen a una especie distinta y habitan en un universo radicalmente extraño? ... ¿Cómo puede el cuerdo llegar a saber lo que realmente se siente cuando está loco? ... o ¿Cómo puede un hombre que se halla en los límites extremos de la ectomorfia y cerebrotonía ponerse en lugar de otro situado en los límites de la endomorfia o viscerectomía?.... Supongo que estas preguntas carecen de sentido para el behaviorista sin paliativos, atento únicamente a los comportamientos. Pero para quienes teóricamente creen lo que en la práctica sabe que es verdad, concretamente, que hay un interior para la experiencia, lo mismo que un exterior, los problemas planteados son problemas reales, tanto más graves cuanto que algunos son completamente insolubles y otros solubles tan sólo en circunstancias excepcionales y por métodos que no están al alcance de cualquiera.”

Aldous Huxley

AGRADECIMIENTOS

A mis papás y hermanos quienes siempre me han brindado su apoyo en todo momento sin dudarlo. Gracias porque son la base de mi vida.

A Fernando porque.... “-Lo mejor será que bailemos.

-¿y que nos juzguen de locos Sr. Conejo?

-¿usted conoce cuerdos felices?

-Tiene razón. ¡Bailemos!”

A mis amigos Denisse, Daniela, Eddy, Pepé, Rafa, Osvaldo (hongos), Víctor (negro), Mau y Paco, con quienes he vivido tantas experiencias ¡ya hasta papá tenemos! Gracias por siempre estar ahí y apoyarme. A María y Mariana, mis amiguitas de la maestría gracias por permitirme conocer lo bellas personas que son.

A Roberto porque me has guiado en mi vida académica, porque gracias a ti he crecido y entiendo un poco más sobre esto que llamamos ciencia. Además, te agradezco por tu apoyo, amistad y consejo en muchos otros aspectos de mi vida.

A mis compañeros del Laboratorio de Aves presentes y pasados, Lupillo, Iván, Gabriela, Luis, Nallely, Víctor, Isra, Rosalba, Emer, Mariel, José Manuel y alguno que me falte, por su apoyo y amistad desde mi entrada al laboratorio hace algunos años. Particularmente les quiero agradecer a Adriana y a Hugo quienes me acompañaron en el trabajo de campo, poco ortodoxo y con buenas enlodadas hasta la cintura; gracias por su ayuda.

A mi segundo director, el Dr. Roberto Félix por sus atenciones, interés, paciencia y consejos que tuvo conmigo para realizar este trabajo, así como durante el desarrollo de mi maestría.

Al M. en C. Gustavo de la Cruz por aceptarme como alumna y por su consejo en muchos sentidos a lo largo de todo el desarrollo de mi posgrado.

A mi comité revisor, el Dr. Roberto Carmona, Dr. Roberto Félix, el M. en C. Gustavo de la Cruz, el Dr. Fernando Clemente y el Dr. Andrés Abitia, por su



tiempo e interés en mi proyecto de maestría y desarrollo de la misma. Sus comentarios y sugerencias me permitieron enriquecer este trabajo.

A la Dra. Aida Martínez, quien además de fungir como suplente en este proyecto ha sido de las mejores maestras que he tenido.

A CONACYT por la beca (No. 275255) que me permitió realizar este estudio de posgrado.

A Pronatura Noroeste A.C. por el apoyo brindando para la realización de éste estudio, en especial a Gustavo Danemann responsable del proyecto del cual se deriva esta investigación.

A la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT por el permiso SPGA/DGVS/12372/12 otorgado para la recolecta de especímenes realizada durante este proyecto.

Al personal de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno de la CONANP por su apoyo para la realización de este estudio.

A la División de Conservación de Hábitat de Aves del Servicio de Pesca y Vida Silvestre, que a través del Acta para la Conservación de Humedales de Norteamérica (NAWCA) financió parcialmente este proyecto, en especial a Ellen C. Murphy, coordinadora del Programa en México por su apoyo.

A la compañía Exportadora de Sal S.A. de C.V. por todo el apoyo que me brindaron, especialmente al personal del departamento de ecología (en especial a Fabián y Joaquín) quienes siempre tienen la mejor disposición para colaborar. Al Ing. Edmundo Elorduy Dahlhaus, Lic. Jorge Humberto López-Portillo Basave y al Ocean. Martín Domínguez por su interés en la conservación y apoyo a la realización de este proyecto.

Al personal del Departamento de Laboratorios de la UABCS, en particular al M. en C. Mario Hugo Beltrán López y a Rosa María (mami) por toda su disposición de ayuda y colaboración siempre para realizar mi proyecto de maestría.



INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
INDICE.....	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
GLOSARIO	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	4
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. OBJETIVO.....	14
4.1. METAS	14
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	15
6. MATERIAL Y MÉTODOS	22
6.1. DENSIDAD DE AVES	22
6.2. PROPORCIÓN DE AVES ALIMENTÁNDOSE	23
6.3. FRECUENCIA Y ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN	23
6.4. ALIMENTO DISPONIBLE	25
6.5. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DIETA.....	26
6.6. COMPARACIÓN DE PESOS	29
7. RESULTADOS	30
7.1. DENSIDAD DE AVES	30
7.2. PROPORCIÓN DE AVES ALIMENTÁNDOSE	32
7.3. FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN	35
7.4. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN.....	38
7.4.1. Bahía San Quintín	40
7.4.2. Laguna Ojo de Liebre	42
7.4.3. Laguna San Ignacio.....	44
7.5. ALIMENTO DISPONIBLE	46
7.6. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA DIETA	49
7.6.1. Identificación.....	49
7.6.2. Cuantificación	50
7.7. COMPARACIÓN DE PESOS	53



8. DISCUSIÓN	56
8.1. BAHÍA SAN QUINTÍN	56
8.1.1. Densidad de aves	56
8.1.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación.....	58
8.1.3. Estrategias de alimentación.....	60
8.1.4. Alimento disponible	61
8.1.5. Dieta.....	62
8.2. LAGUNA OJO DE LIEBRE	64
8.2.1. Densidad de aves	64
8.2.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación.....	65
8.2.3. Estrategias de alimentación	67
8.2.4. Alimento disponible	68
8.2.5. Dieta.....	69
8.3. LAGUNA SAN IGNACIO	71
8.3.1. Densidad de aves	71
8.3.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación.....	72
8.3.3. Estrategias de alimentación	73
8.3.4. Alimento disponible	73
8.3.5. Dieta.....	74
8.4. COMPARACIÓN ENTRE HUMEDALES	75
8.4.1. Densidad de aves.....	75
8.4.2. Aves alimentándose	77
8.4.3. Estrategias de alimentación	77
8.4.4. Alimento disponible	78
8.4.5. Dieta.....	79
8.4.6. Comparación de pesos	79
9. CONCLUSIONES.....	82
10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS.....	84
11. LITERATURA CITADA	85
12. ANEXOS	95



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de estudio. (1) Bahía San Quintín, (2) Laguna Ojo de Liebre y (3) Laguna San Ignacio	15
Figura 2. Bahía San Quintín. Sitios de muestreo.....	17
Figura 3. Laguna Ojo de Liebre. Sitios de muestreo.	19
Figura 4. Laguna San Ignacio. Sitios de muestreo.	21
Figura 5. Imagen de tres gansos de collar. Al fondo se observa un ganso de collar juvenil, se marcan las líneas blancas en las plumas de las alas; frente a él se encuentra un adulto, se nota la ausencia de las líneas blancas en las plumas de las alas.....	27
Figura 6. Densidad del ganso de collar en Laguna San Ignacio, Bahía San Quintín y Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos según la prueba a posteriori de Duncan. .	30
Figura 7. Densidad del ganso de collar por mes y por sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.....	31
Figura 8. Densidad del ganso de collar con respecto al nivel de marea en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	32
Figura 9. Proporción de aves alimentándose en los tres sitios. Se indican los intervalos de confianza al 95%.....	33
Figura 10. Proporción de aves alimentándose al mes en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	34
Figura 11. Proporción de aves alimentándose con respecto al nivel de marea en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	35
Figura 12. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos de la prueba de Duncan.....	36
Figura 13. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) al mes en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	37
Figura 14. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) respecto al nivel de marea en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	38



Figura 15. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) independientemente de sitio, mes y nivel de marea. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos de la prueba de Duncan.	39
Figura 16. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	40
Figura 17. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Bahía San Quintín. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	41
Figura 18. Frecuencia alimentación (intentos/min) por mes en los tres niveles de marea en Bahía San Quintín. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. ..	42
Figura 19. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	43
Figura 20. Frecuencia alimentación (intentos/min) en los tres niveles de marea en Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	44
Figura 21. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna San Ignacio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	45
Figura 22. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por nivel de marea en Laguna San Ignacio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	46
Figura 23. Alimento disponible en Bahía San Quintín.	47
Figura 24. Alimento disponible en Laguna Ojo de Liebre.	47
Figura 25. Recubrimiento de <i>Ulva</i> spp. sobre la línea de costa en Laguna Ojo de Liebre.	48
Figura 26. Alimento disponible en Laguna San Ignacio.	48
Figura 27. Dieta del ganso de collar con base en el contenido del esófago y proventrículo en a) Bahía San Quintín, b) Laguna Ojo de Liebre y c) Laguna San Ignacio. Se indican los nombres de los alimentos: ZM (<i>Zostera marina</i>), SV (<i>Salicornia virginica</i>), SP (<i>Salicornia pacifica</i>), RM (<i>Ruppia maritima</i>), SF (<i>Spartina foliosa</i>), AR (alga roja), ML (moluscos) y MO (materia orgánica).	52
Figura 28. Peso de las aves recolectadas en los tres sitios de estudio por grupo de sexo-edad: a) hembras, b) machos juveniles y c) machos adultos. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.	55



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Alimentos encontrados en los esófagos y proventrículos de los gansos de collar recolectados.	50
Tabla 2. Descripción de los gansos de collar recolectados en los tres sitios de trabajo. Se muestra el número de gansos en los que se encontraron parásitos en el tracto digestivo. Entre paréntesis se muestra el número de aves con presencia de parásitos.	53
Tabla 3. Pruebas estadísticas del peso por grupo de sexo-edad.	54



LISTA DE ANEXOS

Anexo I. Estrategias alimentarias del Ganso de collar, clasificación tomada y modificada de Mather <i>et al.</i> (1998), Ganter (2000) y Molina (2012).....	95
Anexo II. Índice de Oscilación Decadal del Pacífico.	96
Anexo III. Tablas de las pruebas <i>a posteriori</i> de Duncan.	97



GLOSARIO

Anátidos: Grupo de aves acuáticas que incluye a los patos, gansos, cisnes y patos silbadores; estas aves tienen en común el presentar picos anchos y aplanados, patas palmeadas, estar adaptados a una alimentación básicamente por filtración, aunque también pueden alimentarse de granos, plantas, invertebrados y peces. Típicamente se encuentran asociados a humedales, como lagunas costeras, ríos y lagos interiores.

Comportamiento alimentario: Uso de diferentes estrategias por parte de los organismos para adquirir el alimento necesario para cumplimentar sus ciclos de vida.

Conservación: La protección y cuidado de los recursos naturales, cuya última finalidad es preservarlos en el tiempo. Se logra a través de la implementación de planes de conservación y manejo.

Humedales: Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuyas profundidades en bajamar no exceda los seis metros.

Invernación: Pasar el invierno en algún lugar. Regularmente las especies migratorias (incluidas las aves) buscan pasar dicha estación del año en zonas con climas más benignos que sus áreas de reproducción.

Juveniles: Aves que aún no han alcanzado la madurez sexual. Para el ganso de collar las aves juveniles presentan líneas blancas en las plumas de las alas y en etapas más tempranas el collar no está bien definido.

Manejo: Conjunto de estrategias que se establecen para que la utilización de los recursos naturales se realice racionalmente, es decir, que se lleve a cabo bajo condiciones que minimicen los impactos hacia el ambiente o bien que establezcan medidas de mitigación.



Migración: Movimientos estacionales que realizan los individuos entre las áreas de reproducción y las de invernación; que en el hemisferio septentrional están en el norte y en el sur, respectivamente. Los movimientos norte-sur se realizan en otoño y de sur-norte en primavera.

Pastos marinos: Fanerógamas adaptadas a vivir sumergidas en aguas marinas bien iluminadas. Pueden existir desde la zona intermareal hasta cerca de los 10 metros de profundidad, lo que depende de la transparencia del agua.

Perturbación: Alteración de la tranquilidad, del orden o del desarrollo normal de algo. En el caso del ganso de collar, se refiere a la alteración de sus actividades debido principalmente a actividades antropogénicas.

Referencias

Ayala- Pérez V. 2010. *Patrones de uso durante la época no reproductiva de Limosa fedoa (Aves: Scolopacidae), en Guerrero Negro, Baja California Sur, México.* Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 96 p.

Cuellar A. 2007. *Migración e invernación del zambullidor orejón (Podiceps nigricollis), en la salina de Guerrero Negro, B.C.S.* Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 68 p.

Molina F.D. 2012. *Efecto del nivel de marea en la abundancia, frecuencia y técnicas de alimentación del ganso de collar (Branta bernicla nigricans) en la laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 81 p.

Vázquez R. 2010. *Distribución espacio-temporal de los anátidos (aves: anatidae) en Laguna San Ignacio, B.C.S., México.* Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 57 p.



HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL GANSO DE COLLAR (*Branta bernicla nigricans*) EN TRES HUMEDALES DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

En el noroeste mexicano invernan unos 111,000 gansos de collar (*Branta bernicla nigricans*; 77% de la población total), de los cuales unos 100,000 invernan en la Península de Baja California. El ganso de collar es incapaz de bucear, por lo que el nivel de marea es determinante en la selección de la dieta y en la frecuencia de alimentación. Tres humedales peninsulares (Bahía San Quintín y las Lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio) ofrecen diferentes ambientes y fuentes de alimento disponible para esta especie, lo cual sugiere una dieta diferente en cada sitio, así como estrategias de acceso igualmente diferentes. Durante la estancia del ganso de collar en la península (noviembre a abril) se realizaron observaciones mensuales en cada uno de los sitios: San Ignacio (2010-2011), Ojo de Liebre y San Quintín (2012-2013), además se recolectaron muestras del alimento potencial disponible. En enero de 2013 se realizó una recolecta de ejemplares (14 San Quintín, 15 Ojo de Liebre y 10 San Ignacio) a los cuales se les extrajo el contenido del esófago y proventrículo y se identificaron los alimentos. Los resultados indicaron que San Quintín y Ojo de Liebre son utilizados como sitios tanto de paso migratorio como punto final, mientras que San Ignacio es utilizado como sitio de internación. La proporción de aves alimentándose y la frecuencia de alimentación observada en los tres sitios corresponde con los requerimientos energéticos temporales; el efecto de nivel de marea provoca cambios en las actividades, estrategias y recursos aprovechados. Las principales estrategias utilizadas fueron ramoneo en sedimento fijo y en superficie, las cuales se observaron acorde con el nivel de marea. En San Quintín el principal alimento disponible fue *Zostera marina*, en Ojo de Liebre y San Ignacio fue *Ruppia maritima*. Se observó plasticidad en la dieta, en San Quintín los principales alimentos fueron *Z. marina* y plantas de marisma, en Ojo de Liebre y San Ignacio el principal alimento fue *R. maritima*.

Palabras clave: Anátidos, dieta, comportamiento, nivel de marea, estrategias alimentarias.



FEEDING HABITS OF THE PACIFIC BLACK BRANT (*Branta bernicla nigricans*) AT THREE WETLANDS OF BAJA CALIFORNIA PENINSULA, MÉXICO

At the northwestern Mexico winter 111,000 brant (*Branta bernicla nigricans*, 77% of the total population), of which about 100,000 winter in Baja California. The pacific black brant is unable to dive so the tide level is decisive in the selection of diet and feeding frequency. Three peninsular wetlands (Bahia San Quintin and Ojo de Liebre and San Ignacio lagoons) provide different environments and food sources available for this species. This suggests a different diet at each site, and also different access strategies. During the stay of black brant on the peninsula (November to April) we made monthly observations at each site: San Ignacio (2010-2011), Ojo de Liebre and San Quintin (2012-2013). In addition we collected samples of the potential available food. In January 2013, we perform a collection of individuals (14 San Quintin, 15 Ojo de Liebre and 10 San Ignacio) to which we extracted the contents of the esophagus and proventriculus and foods were identified. The results indicated that San Quintin and Ojo de Liebre are used as stopover sites both as an end point, while San Ignacio is used as an overwintering site. The proportion of birds feeding and feeding frequency observed at the three sites corresponds to the temporal energy requirements. The effect of tidal level causes changes in the activities, strategies and resources utilized. The main strategies used fixed-bed and surface foraging, which are observed in accordance with the tidal level. At San Quintin the main available food was *Zostera marina*, on Ojo de Liebre and San Ignacio was *Ruppia maritime*. It was observed plasticity in the diet, at San Quintin the main foods were eelgrass and marsh plants, and at Ojo de Liebre and San Ignacio was the main food widgeongrass.

Keywords: Waterfowl, diet, behavior, tide level, food strategies.



1. INTRODUCCIÓN

La familia Anatidae agrupa a los patos, gansos y cisnes (Bellrose, 1980), los cuales se caracterizan por presentar cabezas grandes con cúlmenes (picos) horizontalmente aplanados, cuellos largos, cuerpos grandes, colas cortas, alas largas y patas palmeadas (Bellrose, 1980; AOU, 1998). A diferencia de los patos, los gansos y cisnes presentan un mayor tamaño, cuellos más largos y una coloración poco variada entre sexos y grupo de edad (Bellrose, 1980). En América de las 68 especies que componen esta familia, 33 realizan movimientos entre sus zonas de reproducción (Alaska, Canadá y norte de Estados Unidos) y diferentes áreas de invernación, ubicadas en su mayoría en el sur de Estados Unidos y en México (Howell y Webb 1995).

A lo largo de los viajes migratorios que realizan los anátidos, los humedales cumplen una función vital ya que proveen los recursos alimentarios para satisfacer sus requerimientos energéticos (Einarsen, 1965; Bellrose, 1980; Saunders y Saunders 1981). Los movimientos migratorios hacia el sur que realizan durante el otoño, están determinados por cambios en la temperatura y la baja disponibilidad de alimento en sus áreas de reproducción, de tal forma que al migrar las aves evitan inviernos severos y pueden alimentarse en zonas más cálidas (Bellrose, 1980).

El ganso de collar (*Branta bernicla*) forma parte de la familia Anatidae de la que se han descrito tres subespecies, todas ellas se distribuyen en la región Holártica: *B. bernicla bernicla*, *B. bernicla hrota* y *B. bernicla nigricans*. Además se reconocen siete poblaciones con diferentes rutas migratorias (Einarsen, 1965; Ganter, 2000; Lewis *et al.*, 2013). En Norteamérica sólo se distribuyen las subespecies *B. bernicla*



hrota, la cual migra básicamente por el Atlántico y *B. bernicla nigricans* que lo hace por el Pacífico (Bellrose, 1980; Wilson y Atkinson, 1995).

En México el ganso de collar sólo está representado por la subespecie del Pacífico *Branta bernicla nigricans*, se trata de un ganso pequeño, los machos pesan 1.8 kg en promedio y las hembras 1.6 kg (Derksen y Ward, 1993). Es un ave prácticamente marina en invierno (Einarsen, 1965; Reed *et al.*, 1998; Ganter, 2000; Ward *et al.*, 2005). Su reproducción es monógama y colonial (Lewis *et al.*, 2013); la mayoría de los individuos se reproducen por primera vez entre los 2 y los 3 años (Derksen y Ward, 1993). Los éxitos reproductivos más altos los alcanzan entre los 6 y los 14 años de edad; sus probabilidades de éxito reproductivo y su estatus social aumentan con la edad (Lee *et al.*, 2007).

En el continente americano, la subespecie *B. bernicla nigricans* se distribuye desde Alaska hasta el noroeste de México (Einarsen, 1965; Lewis *et al.*, 2013). Sus sitios de reproducción se ubican en Alaska y el noroeste de Canadá. Sus zonas de invernación se ubican en las costas del Pacífico desde el sur de Alaska, Canadá, Estados Unidos y el noroeste de México (Einarsen, 1965; Derksen y Ward, 1993; Lewis *et al.*, 2013).

La migración de *B. bernicla nigricans* implica movimientos de hasta 6,000 km (Einarsen, 1965; Bellrose, 1980; Derksen y Ward, 1993; Reed *et al.*, 1998b). La migración hacia los sitios de invernación en el sur la realiza durante el otoño en un solo vuelo continuo (Einarsen, 1965; Derkesen y Ward, 1993; Reed *et al.*, 1998a), mientras que la migración al norte la realiza en primavera de manera escalonada, posiblemente para mantener e incrementar las reservas energéticas necesarias para la reproducción (Einarsen, 1965; Reed *et al.*, 1998; Moore *et al.*, 2004; Ward *et al.*,



2005; Purcell y Brodin, 2007). Estas aves se congregan en la Laguna Izembek, al sur de Alaska, donde pasan de 2 a 4 semanas alimentándose principalmente de pasto marino (*Zostera marina*), antes de llegar a sus zonas de anidación (Derksen y Ward, 1993; Jefferies y Drent, 2006). Se ha observado que este sitio de estadía pre-reproductiva, representa la última oportunidad de acumular reservas energéticas antes de adentrarse en el Ártico a sus zonas de reproducción, donde el alimento a inicios de primavera no siempre es abundante (Jefferies y Drent, 2006).

El plan de conservación de las aves acuáticas en México enfatiza la necesidad de generar información sobre el ganso de collar (SEMARNAT, 2009), ya que en nuestro país inverna el 77% de la población (Malleck *et al.*, 2010). Por lo que en el presente trabajo se abordan aspectos de los hábitos alimentarios de esta especie en la península de Baja California, que coadyuven en su manejo y conservación.



2. ANTECEDENTES

A partir de 1960 el ganso de collar incrementó su intervalo de distribución invernal, desde las costas de California hacia el noroeste de México en aparente relación con la degradación de la zona costera californiana, que implicó reducciones importantes de los mantos del pasto marino *Zostera marina* (Kramer, 1976; Ward, 1983; Derksen y Ward, 1993; Wilson y Atkinson, 1995; Ganter, 2000). Este incremento en el ámbito geográfico evidenció la dependencia del ganso a dichos mantos durante su época no reproductiva, lo que lo hace vulnerable a las fluctuaciones de este recurso alimenticio (Reed *et al.*, 1998^a; Ward *et al.*, 2005; Mallek *et al.*, 2010).

En los últimos años se ha observado un incremento en la temperatura superficial y en el nivel del mar en el Pacífico Norte (Ward *et al.*, 2004), lo que ha provocado cambios en la abundancia y distribución espacial de *Z. marina*, relacionados también con la sustitución de este pasto por *Ruppia maritima* en la zona intermareal de los humedales utilizados por el ganso de collar en la península de Baja California (López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012; SEMARNAT, *en prensa*). Lo anterior ha provocado una aparente reducción en la abundancia del ganso de collar hacia el sur de su distribución invernal en el noroeste mexicano y un incremento en los sitios norteños como la Laguna Izembek, Alaska (Ward *et al.*, 2005; Prucell y Brodin, 2007; Ward *et al.*, 2009; Mallek *et al.*, 2010). En la Península de Izembek, las temperaturas superficiales más altas reducen la cobertura de hielo en las áreas costeras, lo que aumenta la disponibilidad de alimento y reduce el costo energético de la termorregulación para las aves invernantes en esta zona (Ward *et al.*, 2005; Mason *et al.*, 2006; Mason *et al.*, 2007; Prucell y Brodin, 2007; Ward *et al.*, 2009).



En 2012, se estimó que en el noroeste mexicano invernan en promedio 111,000 gansos de collar (SEMARNAT, *en prensa*). Esto representa el 77% del total poblacional estimado por Malleck *et al.* (2010) que fue de 144,000 individuos. De éstos, 100,000 invernan en la Península de Baja California, distribuidos en cuatro humedales principales: Bahía San Quintín (25,000), Complejo Lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro-Exportadora de Sal (36,000), Laguna San Ignacio (30,000) y Bahía Magdalena (10,000), los restantes pasan el invierno en las costas sonorenses y sinaloenses (SEMARNAT, *en prensa*). Se ha registrado que la utilización de determinadas áreas por el ganso de collar se ve influenciada por el nivel de marea, la disponibilidad y la accesibilidad del alimento, así como por la actividad humana, entre otros factores (Einarsen, 1965; Kramer, 1976; Ward, 1983; Derksen y Ward, 1993; Ganter, 2000).

Con base en aves marcadas, se ha comprobado que el ganso de collar no presenta segregación latitudinal por sexos en su época de internación (Schamber *et al.*, 2007); asimismo, se ha observado que estas aves pueden viajar en grupos familiares o como individuos independientes (Poisbleau *et al.*, 2006; Schamber *et al.*, 2007). Se ha demostrado que los individuos de esta especie presentan diferente estatus social (Moore y Black, 2006; Poisbleau *et al.*, 2006; Schamber *et al.*, 2007; Poisbleau *et al.*, 2010). Las parejas con crías son dominantes sobre las parejas sin crías, éstas a su vez son dominantes sobre los adultos solitarios; adicionalmente los machos son dominantes sobre las hembras (Poisbleau *et al.*, 2006), dado que son más grandes y pesados (Poisbleau *et al.*, 2006, Poisbleau *et al.*, 2010).

Los grupos familiares dominantes tienden a ocupar las mejores zonas de internación ubicadas al norte y en las áreas sureñas menos favorables, invernan los grupos familiares subordinados y los individuos solitarios (Schamber *et al.*, 2007).



Esta jerarquía a lo largo de su distribución invernal tiene relación con las reservas energéticas que las aves obtuvieron en Laguna Izembeck, ya que los individuos dominantes son los que almacenaron mayores reservas y presentan un aislamiento térmico mayor, permitiéndoles invernar en las áreas norteñas y llegar más rápidamente a las zonas de reproducción (Purcell y Brodin, 2007; Schamber *et al.*, 2007).

De forma análoga, aunque en una escala geográfica menor, recientemente se ha sugerido que los gansos de collar invernantes en Bahía San Quintín (al norte de Baja California) presentan un éxito reproductivo mayor, en comparación con los que invernan en sitios más sureños como Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio (Schamber *et al.*, 2012). Aunque el indicador de éxito reproductivo no es robusto, la fecha de anidación es más temprana para las aves de San Quintín. Adicionalmente se ha señalado que la disponibilidad y abundancia de los pastos marinos afectan la fidelidad a las zonas de invernación del ganso de collar (Lindberg *et al.*, 2007; Schamber *et al.*, 2007; Schamber *et al.*, 2012).

Los gansos de collar son prácticamente herbívoros, aunque también se alimentan de pequeñas cantidades de crustáceos, moluscos y huevos de peces; además, como son incapaces de bucear, su alimentación se restringe a la zona intermareal (Einarsen, 1965; Ward, 1983; Derksen y Ward, 1993). Se ha observado que durante el invierno esta especie se alimenta preferentemente de *Zostera marina*, por su alta digestibilidad y valor nutrimental, en comparación con otras plantas (Einarsen, 1965; Ward, 1983; Wilson y Atkinson, 1995; Cabello-Pasini *et al.*, 2004; Moore y Black, 2006; Schamber *et al.*, 2007). Sin embargo, se han reportado variantes en los componentes de su dieta en función del sitio donde se encuentran y a la accesibilidad del alimento (Kramer, 1976; Ward, 1983; Ferson, 2007; Ladin,



2010; Molina, 2012). Su dieta invernal puede incluir otras especies de fanerógamas marinas y costeras como *Ruppia maritima*, *Salicornia* spp., *Spartina foliosa*, *Batis maritima* y *Sueda* spp., así como diferentes especies de algas, principalmente *Ulva* spp. (Derksen y Ward, 1993; Rowcliffe *et al.*, 1998; Ganter, 2000; Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Ward *et al.*, 2004; Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007). Se ha demostrado que esta variedad de plantas sirven como alimento al ganso de collar en Laguna San Ignacio (Ward, 1983) y se ha sugerido un comportamiento similar para Laguna Ojo de Liebre (Molina, 2012).

En la Península de Baja California *Z. marina* se distribuye desde Ensenada, Baja California hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur (Cabello-Pasini *et al.*, 2004). La mayor parte de los mantos se ubican en la zona submareal (Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Cabello-Pasini *et al.*, 2004), excepto en Bahía San Quintín, donde predominan los mantos intermareales (Ward *et al.*, 2004; Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007). Actualmente los mantos de *Z. marina* se han visto reducidos (Riosmena-Rodríguez, 2009; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012; SEMARNAT, *en prensa*) y se ha indicado que existe una competencia por el sustrato entre esta especie y *R. maritima* (López-Calderón, 2012).

Asimismo, se ha observado que *R. maritima* tiene ventaja sobre *Z. marina* para ocupar áreas someras, ya que presenta una tolerancia mayor a las variaciones de temperatura, desde 10 a 30°C y salinidades de 0 a 39 ups (Kantrud, 1991), mientras que *Z. marina* presenta intervalos más restringidos de temperatura, desde 10 a 20°C y salinidades de 10 a 35 ups (Nejrup y Pedersen, 2008). También se ha establecido el efecto de otros factores que son determinantes para la presencia y desarrollo de *Z. marina*, tales como: luz, concentración de nutrientes, amplitud de marea, corrientes marinas, oleaje y permeabilidad del suelo (Zimmerman *et al.*, 1991; Pérez-



Lloréns y Niell, 1993; Ganter, 2000; Orth *et al.*, 2000; Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Phillips *et al.*, 2006; Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007).

Debido a que el ganso de collar es incapaz de bucear, el nivel de marea juega un papel decisivo en la selección de la dieta y la frecuencia de alimentación (Kramer, 1976; Ward, 1983; Mather *et al.*, 1998; Moore y Black, 2006; Ladin, 2010). La profundidad límite a la cual el ganso puede acceder al alimento está en función del máximo que puede alcanzar sumergiendo la cabeza y cuello en posición vertical invertida (Mather *et al.*, 1998; Clausen, 2000; Moore y Black, 2006), por lo que dos factores clave son la profundidad en que se localice el alimento y la longitud de sus hojas (Clausen, 2000).

No hay un acuerdo en la profundidad máxima a la que el ganso puede alimentarse, algunos autores consideran 40 cm (Mather *et al.*, 1998; Ganter, 2000), otros 60 cm (Moore y Black, 2006) e incluso 90 cm (Elkinton, 2013), es probable que estas variaciones estén ligadas a los métodos que se utilizaron en cada estudio. Incluso, Clausen (2000) generó un modelo a partir del cual se puede calcular la profundidad óptima de alimentación del ganso de collar; dicho modelo considera el largo de las hojas de pasto, la profundidad a la cual se localizan y la distancia de la punta de la hoja a la superficie. Una limitante de dicho modelo es que fue creado para Laguna Aguerø, al oeste de Dinamarca, donde no influye el régimen de marea, lo que es crucial en humedales costeros (Kramer, 1976; Ward, 1983; Mather *et al.*, 1998; Moore y Black, 2006; Ladin, 2010).

Se ha observado que el ganso de collar muestra diferentes conductas de alimentación dependiendo del nivel de marea (Anexo I). En mareas altas, las aves suelen alimentarse de *Z. marina*, ramoneando el pasto fijo hasta una profundidad de



40 cm (Mather *et al.*, 1998; Ganter, 2000; Moore y Black, 2006), o bien de hojas flotantes del mismo pasto (Kramer, 1976; Ward, 1983; Mather *et al.*, 1998; Ganter, 2000). En mareas medias, el ganso tiene una mayor accesibilidad a los mantos de pasto marino, por lo que los periodos de forrajeo son más prolongados (Moore y Black, 2006) y la mayoría de las aves se alimentan dentro del agua ramoneando el pasto fijo al sustrato (Mather *et al.*, 1998). En mareas bajas se ha observado que más del 90% de los mantos quedan accesibles al ganso de collar (Wilson y Atkinson, 1995), por lo que los periodos de forrajeo son más frecuentes y largos que en los niveles anteriores (Moore y Black, 2006).

Se han realizado diversos estudios sobre la alimentación del ganso de collar durante su época no reproductiva, principalmente en la Bahía de Humboldt, localizada en la costa norte de California, Estados Unidos. Moore (2002) relacionó la disponibilidad de alimento con la distribución espacial del ganso de collar y encontró que aunque los gansos se encuentren en áreas donde existan mantos de pasto marino saludables, la accesibilidad a ellos está en función del nivel de marea; así, aunque se encuentren en zonas donde hay pastos, no necesariamente significa que se estén alimentando de ellos. Adicionalmente, encontró que los gansos se alimentan principalmente de los mantos cercanos a los canales y que para comunicarse y reconocer la localización de sitios de alimentación, las aves realizan sonidos constantes alternando la frecuencia e intensidad de los graznidos. Asimismo, mostró que los gansos se alimentan preferentemente durante marea baja y que durante períodos de marea alta solo aprovechan las hojas flotantes de pasto marino.

En la misma bahía, Moore y Black (2006) determinaron la dinámica espacio temporal de los gansos de collar y encontraron que el régimen de marea determina



las oportunidades de alimentación de la especie, ya que limita el acceso a los recursos. Asimismo indicaron que la profundidad máxima a la que las aves pueden acceder al alimento es de 0.6 m. Además, cuantificaron la variación de la calidad y cantidad de *Z. marina* de acuerdo a su distribución dentro de la bahía y demostraron que los gansos seleccionan preferentemente los mantos con mayor biomasa y más nutritivos.

También en Bahía Humboldt, Ferson (2007) sugirió una relación mutualista entre el ganso de collar y *Z. marina*, ya que las heces fecales de los gansos funcionan como fertilizante para la producción de nuevos retoños de pasto. Asimismo, determinó que las plantas de mayor valor nutricional se encuentran en los mantos profundos y en las orillas de los canales, en donde se tienen las mejores condiciones para el desarrollo de esta fanerógama. determinó el comportamiento alimentario y la frecuencia de alimentación a lo largo del ciclo de marea en Bahía Humboldt. Observó que las aves cambian de estrategia alimentaria a profundidades de 0.9 m. Asimismo indicó que la proporción de gansos de collar alimentándose no fue influenciada por el nivel de marea y aunque no dio una explicación, sugirió que los gansos son igualmente capaces de acceder al alimento, independientemente del nivel de marea, mediante un cambio en la estrategia alimentaria que utilizan. Además, detectó que los gansos solitarios se alimentaron con una mayor intensidad de pasto flotante, lo que indica que estas aves de menor estatus social, en mareas menores a 0.9 m, pasan más tiempo vigilando y buscando sitios de alimentación, por lo que durante mareas altas deben complementar su dieta con los recursos disponibles como las hojas de pasto flotantes.

En México se cuenta con menos información sobre la alimentación del ganso de collar. Kramer (1976) proporcionó una línea base acerca de la ecología invernal



del ganso de collar en Bahía San Quintín, donde identificó que el uso de los sitios de alimentación está en función a los niveles de marea, disponibilidad del alimento y perturbación humana, particularmente la cacería. Indicó que durante mareas altas, el periodo de descanso aumenta y el de forrajeo disminuye, mientras que en mareas bajas ocurre lo contrario.

Para Laguna San Ignacio, Ward (1983) relacionó la presencia de *Z. marina* y *R. maritima* con la del ganso de collar y encontró que los gansos prefirieron alimentarse de *R. maritima*, debido a la facilidad de acceso a esta fuente de alimento. Determinó que los cambios en el nivel de marea modifican el comportamiento alimentario de los gansos, ya que en mareas altas las aves se alimentaron de hojas de *Z. marina* flotantes, las cuales tienen un bajo valor protéico, mientras que en mareas bajas se alimentaron de *R. maritima* que presenta un mayor valor nutrimental.

Recientemente se retomó el interés por el comportamiento alimentario del ganso de collar en la península de Baja California. Martínez *et al.* (2013) encontraron que, a diferencia de otros sitios estudiados, en Laguna Ojo de Liebre la alimentación del ganso de collar no mostró relación con el nivel de marea. Molina (2012) indicó que dicha falta de relación ocurre por el cambio en las estrategias alimentarias que utilizan y presumiblemente por el tipo de recursos aprovechados, ya que en Laguna Ojo de Liebre se encuentra una variedad amplia de alimentos para el ganso de collar, que incluye mantos de *Z. marina*, *R. maritima*, *Spartina foliosa*, *Salicornia pacifica*, *Batis maritima* y *Ulva* spp.

Abella (2009) realizó un experimento en el cual simuló el efecto del ramoneo de los gansos de collar sobre los mantos de *Z. marina* y determinó que el ramoneo simulado afectó significativamente la biomasa, densidad y crecimiento de *Z. marina*,



lo relacionó con los florecimientos algales en Bahía San Quintín debido a que representan una competencia por los recursos. Detectó que el forrajeo de los gansos sobre las hojas de *Z. marina* actúa a manera de "poda", de forma tal que se incrementa la densidad de haces y la longitud de las hojas; además las heces fecales de los gansos funcionan como fertilizante; sin embargo, debido a las altas concentraciones de nutrientes que causan dichas heces se favorece la proliferación de especies oportunistas como macroalgas verdes, que compiten por sustrato y luz con los mantos de *Z. marina*.

También en Bahía San Quintín se realizó una evaluación del hábitat del ganso de collar, y se determinó que la variabilidad espacial y temporal de los pastos marinos y el disturbio humano son limitantes para su alimentación y se concluyó que la calidad del hábitat para la invernación es alta, a pesar de la aparente disminución en la cobertura de *Z. marina* (Simancas, 2013).

Con base en reobservaciones de aves anilladas, Schamber *et al.* (2012) sugieren una relación entre el éxito reproductivo del ganso de collar y su sitio de invernación, aunque su indicador del éxito reproductivo (la fecha de inicio de puesta) se considera poco robusto. Indicaron que las aves provenientes de Bahía San Quintín llegaron antes a sus sitios de reproducción, comparadas con las que invernaron en Laguna Ojo de Liebre y San Ignacio, por lo que las primeras comenzaron a anidar antes que las que invernaron en sitios más sureños. Sin embargo, también mostraron que los gansos que invernaron en Laguna San Ignacio presentaron un mayor tamaño de nidada durante la época de reproducción, que los de Laguna Ojo de Liebre y Bahía San Quintín. Estos autores mencionaron también que la calidad del hábitat, con respecto a la distribución y características



nutrimentales del *Z. marina*, es mayor en Bahía San Quintín que en las dos lagunas más sureñas.

3. JUSTIFICACIÓN

El ganso de collar (*Branta bernicla nigricans*) está catalogado por el gobierno mexicano como una subespecie amenazada; esto significa que la subespecie “podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones” (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Los humedales de Bahía San Quintín, Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio, presentan diversas fuentes de alimento para la invernación del ganso de collar. Esta variedad en los recursos, el valor nutricional de éstos, así como la diferente accesibilidad que tiene el ganso de collar a sus fuentes de alimento, pueden influir en la composición de su dieta, así como en la condición nutricional con la que las aves abandonan sus respectivas áreas de invernación y en consecuencia repercutir en sus probabilidades de supervivencia y éxito reproductivo (Reed *et al.*, 1998a; Derksen y Ward, 1993; Prucell y Brondin, 2007; Schamber *et al.*, 2012).

Considerando que el ganso de collar es una especie protegida por el gobierno mexicano que además es aprovechada mediante la actividad cinegética en Bahía San Quintín y que la eficiencia de alimentación en la época de invernación influye en el éxito reproductivo de estas aves y por ende en su tamaño poblacional, la generación de información respecto al comportamiento alimentario permitirá tener un mejor entendimiento de esta especie, lo que contribuirá a mejorar las estrategias de conservación y manejo.



4. OBJETIVO

Determinar y comparar los hábitos alimentarios del ganso de collar (*Branta bernicla nigricans*) invernante en los humedales de Bahía San Quintín, Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio.

4.1. METAS

- ✂ Determinación de la densidad del ganso de collar durante su invernación en los tres humedales y su relación con el nivel de marea.
- ✂ Determinación de la proporción de aves alimentándose a lo largo de su invernación en los tres humedales y su relación con el nivel de marea.
- ✂ Determinación de la frecuencia de alimentación en su invernación en los tres humedales y su relación con el nivel de marea.
- ✂ Determinación de la frecuencia de utilización de estrategias alimentarias en los tres humedales a lo largo de su invernación y su relación con el nivel de marea.
- ✂ Caracterización del alimento disponible en los tres sitios a lo largo de su invernación.
- ✂ Descripción y cuantificación de la dieta del ganso de collar en los tres humedales con base en contenido estomacal.
- ✂ Comparación del peso del ganso de collar por sexo y grupo de edad en cada humedal a mitad de su invernación.



5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende tres humedales costeros: Bahía San Quintín, Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio (Fig. 1), las cuales se localizan en la costa pacífica de la península de Baja California y son influenciados directamente por la corriente de California (Gutiérrez-Galindo y Muñoz-Barnosa, 2003).

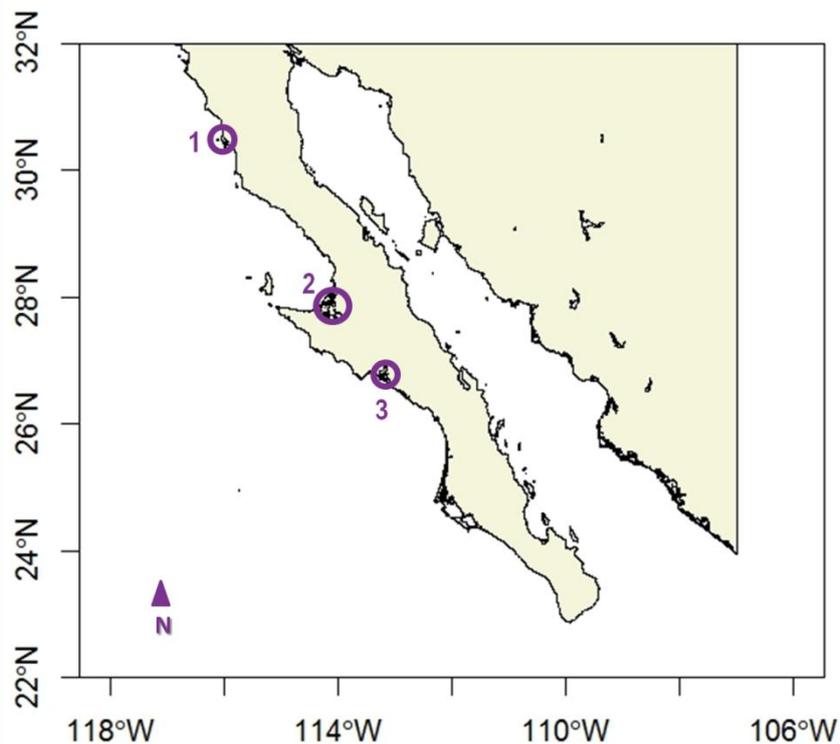


Figura 1. Sitios de estudio. (1) Bahía San Quintín, (2) Laguna Ojo de Liebre y (3) Laguna San Ignacio

Bahía San Quintín se encuentra en el Estado de Baja California, dentro de la zona conocida como la Cuenca del Sur de California (Gutiérrez-Galindo y Muñoz-Barbosa, 2003), posee una superficie aproximada de 4,000 ha y presenta dos brazos (Fig. 2); el brazo oeste llamado Bahía Falsa y el brazo este, conocido como Bahía San Quintín (Rosales, 2004). Muestra mareas semidiurnas mixtas y tienen un



intervalo máximo de 2.0 m (Barnard, 1962). Presenta temperaturas medias anuales del agua que varían entre 15° y 22°C (Cabello-Pasini *et al.*, 2003). En este humedal se encuentran praderas de pasto marino compuestas por mantos de *Z. marina* y *R. maritima*; asimismo se pueden encontrar macroalgas a lo largo de toda la bahía, principalmente *Ulva* spp. Se considera una zona de alta productividad y presenta surgencias permanentes, al menos en la cercanía a su boca (Aguilar-Rosas *et al.*, 2005).

Bahía San Quintín presenta diferentes actividades humanas que pueden afectar negativamente la calidad ecológica del sitio, entre las que destacan la agricultura, el desarrollo turístico y la acuacultura (SEMARNAT, *en prensa*). De hecho Bahía Falsa está prácticamente cubierta por cultivos de ostión. Este tipo de actividades además del obvio impacto físico sobre el humedal, genera contaminación por agroquímicos y fertilizantes (SEMARNAT, *en prensa*).

Además de las amenazas al hábitat, en San Quintín existe perturbación directa sobre las parvadas del ganso de collar causada por el paso constante de embarcaciones, la cual causa una reducción en el tiempo de forrajeo (Kramer, 1976; Ganter, 2000; SEMARNAT, *en prensa*) y consecuentemente disminuye las reservas energéticas que las aves pueden acumular antes de iniciar el viaje de primavera (Mason *et al.*, 2006).

Dentro de este humedal está permitida la cacería la cual está a cargo de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA), que en el 2010 constituyó el 3.4% de la actividad cinegética de Baja California (Contreras-Gil *et al.*, 2010). La cacería de gansos de collar representa una entrada importante de divisas para los pobladores de la zona. En 2002 se otorgaron 170 permisos o cintillos, que ampararon la cacería



de hasta 15 ejemplares cada uno, lo que tuvo una derrama económica de \$680,000.00 M.N. (Secretaria de Turismo, 2002).

Para el presente estudio, dentro de Bahía San Quintín, se seleccionaron dos sitios de muestreo (Fig. 2): (1) Molino Viejo ubicado a 13 km de la boca de la bahía, está caracterizado por vegetación de marismas y pastos marinos, planicies con sustrato lodoso, cuenta con un muelle para embarcaciones menores principalmente dedicadas a la pesca, además de un restaurante con un constante flujo de personas y autos que representan un factor de perturbación para el ganso de collar. (2) Muelle Viejo se localiza a 9 km de la boca de la bahía, presenta plantas de marisma con planicies lodosas hacia la parte más alta de la zona intermareal, seguidas de una gran planicie arenosa prácticamente sin vegetación, este sitio presenta menos perturbación que el anterior ya que es poco utilizado por los pescadores.

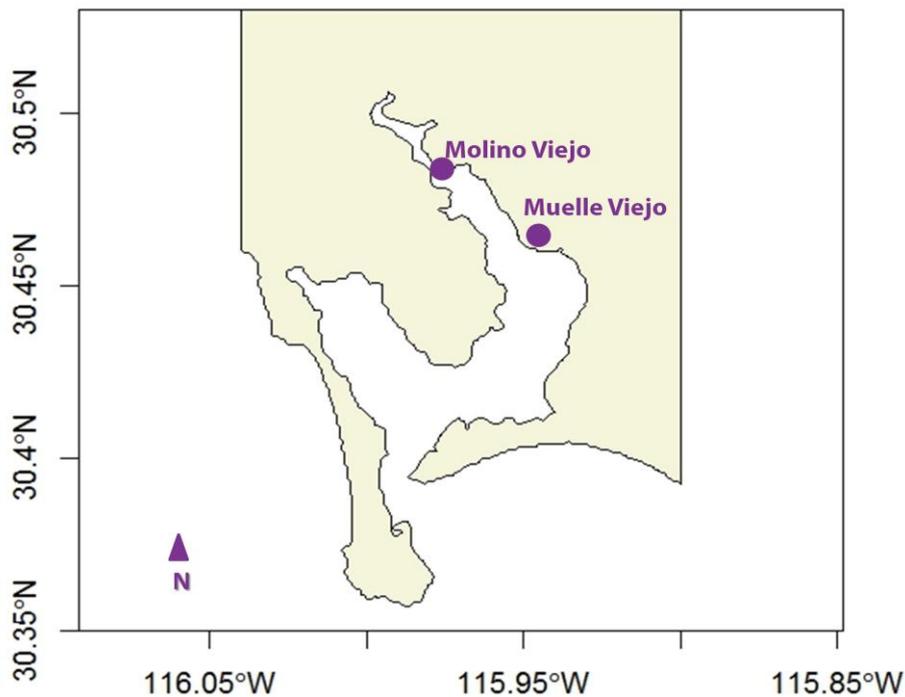


Figura 2. Bahía San Quintín. Sitios de muestreo.



Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio, se localizan en el Estado de Baja California Sur y forman parte de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, la cual se encuentra en la parte media occidental de la península de Baja California (Carabias *et al.* 2000).

Laguna Ojo de Liebre presenta una superficie de 57,100 ha; al sureste de la misma se localiza la empresa Exportadora de Sal S.A. de C.V. (ESSA), la salina más grande del mundo, que comprende 33,000 ha de humedales artificiales (Carmona y Danemann, 1998). Esta laguna presenta profundidades máximas de 25 m, con barreras arenosas de batimetría variable modificadas por procesos costeros (de la Cruz-Agüero *et al.*, 1996). Está conectada con la Bahía Sebastián Vizcaíno y su hidrodinámica está determinada por los cambios en el nivel de marea, mismos que varían en amplitud entre 1 y 1.5 m. Debido a la batimetría irregular y a su tamaño, la laguna presenta un desfase de mareas entre la boca y la parte final de la misma de hasta tres horas, entre la boca y la parte final de la misma (Álvarez y Granados, 1992).

Laguna Ojo de Liebre presenta grandes praderas de *Zostera marina* principalmente en la zona submareal y en la zona intermareal se encuentran praderas mixtas de *Z. marina* y *Ruppia maritima*, asociadas a una amplia variedad de macroalgas, principalmente *Ulva lactuca* y otras plantas típicas de marismas de clima cálido tales como *Spartina foliosa* (Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Cabello-Pasini *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2004). En la zona supramareal se presentan otras plantas halófitas como *Batis maritima*, *Limonium californicum*, *Salicornia pacifica* y *Suaeda maquinii* (Ward *et al.*, 2004; Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007).



Dentro de este humedal se seleccionaron dos sitios de muestreo (Fig. 3): (1) El Puerto El Chaparrito que se ubica al inicio de la laguna a 13 km de la boca, donde se encuentran principalmente plantas de marismas y pastos marinos con planicies lodosas, el régimen de mareas es muy parecido al que se presenta en la Bahía Sebastián Vizcaíno. (2) Punta Dátil, se localiza en la parte media de la laguna a 20 km de la boca, se caracteriza por ser la parte de transición entre una planicie lodosa de marismas y una arenosa, presenta un desfase en el régimen de mareas de una hora y media con respecto a la boca de la laguna.

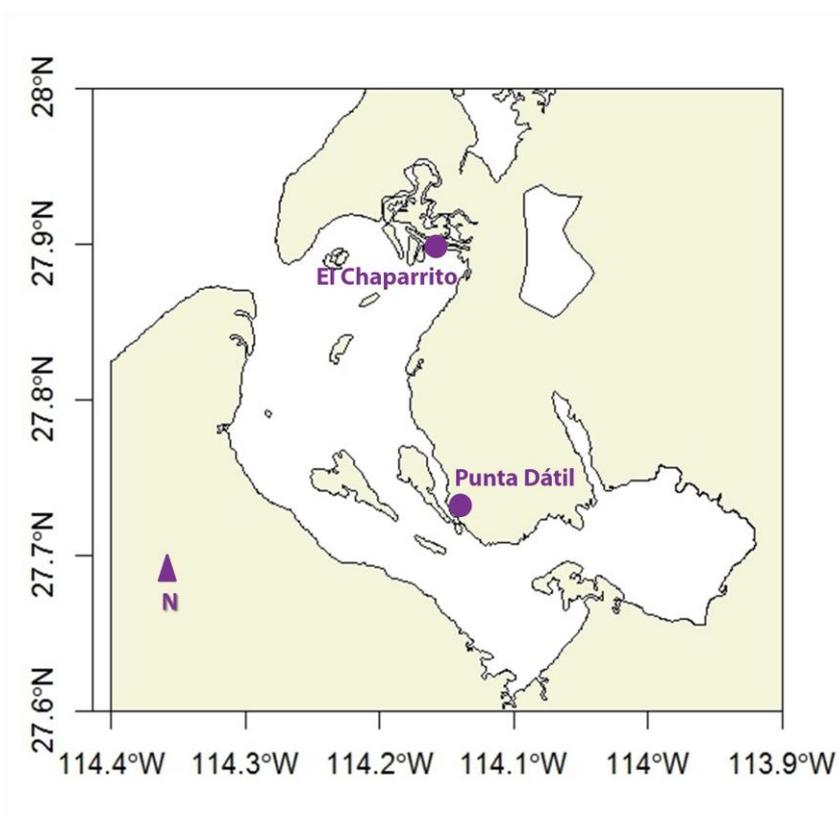


Figura 3. Laguna Ojo de Liebre. Sitios de muestreo.

Laguna San Ignacio presenta una superficie de 28,000 ha, con una longitud de 24 km y hasta 6 km de ancho (Segura-Zaragoza *et al.*, 1997). Este humedal presenta profundidades de 2 a 4 m en la mayor parte de su extensión, con



profundidades máximas de hasta 26 m en los canales que comunican con el Océano Pacífico (Segura-Zaragoza *et al.*, 1997). Esta laguna costera está conformada por dos brazos: uno hacia el norte y otro hacia el sudeste (Fig. 3), este último contiene amplias extensiones de manglar (*Rhizophora mangle*) y canales poco profundos (Danemann, 1991; Danemann, 1994; Segura-Zaragoza *et al.*, 1997). La presencia de bosques de manglar constituidos por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) marca una de las diferencias más evidentes con Laguna Ojo de Liebre y Bahía San Quintín, donde estas plantas no están representadas (Carabias *et al.*, 2000). En la línea costera de la laguna se localizan playas arenosas, bajos lodosos, manglares y parches de costa rocosa (Danemann, 1991; Danemann, 1994; Segura-Zaragoza *et al.*, 1997). La vegetación en las dunas costeras consiste de *Abronia gracilis*, *Atriplex canescens*, *Dalea maritima*, *Plantago insularis*, *Oenothera primiveris*. En los eriales se presentan *Atriplex* sp., *Salicornia* sp., *Allenrolfea* sp., *Suaeda* sp. y *Limonium* sp.. En las praderas marinas se encuentran *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri* y *Ruppia maritima* (Rzedowsky, 1978; Danemann, 1991; Danemann, 1994).

En Laguna San Ignacio se seleccionaron tres sitios de muestreo (Fig. 4): (1) Punta Piedra que se encuentra ubicado al inicio del brazo norte y se caracteriza por presentar vegetación de mangle y una gran planicie arenosa. (2) Punta Verde localizada en la parte media de la laguna, se observan vegetación de manglar y pastos marinos. El sustrato es principalmente lodoso aunque también existen zonas arenosas. (3) Por último, Estero El Delgadito ubicado hacia la parte más sureña de la laguna, al final del brazo sur, caracterizado por vegetación de manglar, pastos marinos y sustrato principalmente arenoso aunque también presenta zonas lodosas.



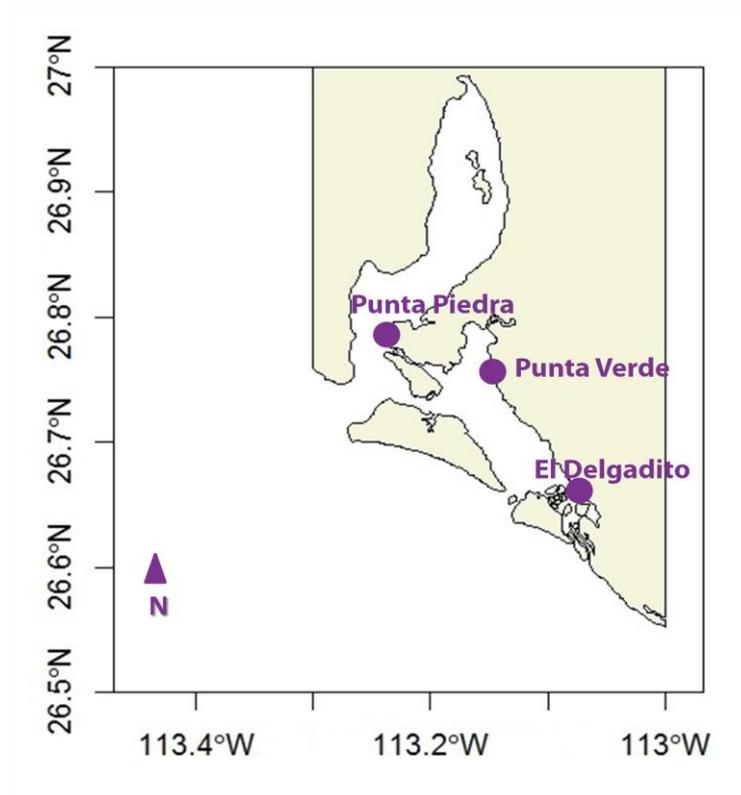


Figura 4. Laguna San Ignacio. Sitios de muestreo.



6. MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos en Laguna San Ignacio se realizaron durante la temporada de invernación de noviembre 2010 a marzo 2011, mientras que los de Laguna Ojo de Liebre y Bahía San Quintín de noviembre 2012 a marzo 2013.

La selección de los sitios de muestreo dentro de los tres humedales (Figs. 2, 3 y 4) se realizó en función de la presencia de parvadas de ganso de collar y la facilidad de acceso. Cada sitio de muestreo fue visitado una vez al mes y se realizaron observaciones con ayuda de binoculares (10x) y telescopio (20-60x), para el conteo de aves y la cuantificación de las diferentes estrategias de alimentación utilizadas. Todas las observaciones se realizaron dentro de un semicírculo de 250 metros de radio y se registraron con una grabadora de audio portátil. Adicionalmente, se recolectaron muestras de los alimentos disponibles en cada sitio y organismos para extraer el contenido estomacal y determinar la dieta del ganso de collar.

6.1. DENSIDAD DE AVES

Para determinar la densidad del ganso de collar en cada humedal se realizaron conteos cada hora durante seis horas consecutivas en cada uno de los sitios de muestreo. Cuando las parvadas eran aproximadamente de hasta 300 individuos se contaron directamente, parvadas mayores fueron estimadas utilizando el método de bloques sugerido por Howes y Bakewell (1989), el cual consistió en contar el número de individuos de una parte (bloque) de la parvada, para usarla como medida estandarizada para estimar el total de aves. El tamaño del bloque varió de 10 individuos para contar parvadas pequeñas hasta 50 individuos para parvadas mayores. La densidad estimada se expresó en el número de aves por hectárea.



Los cambios en la densidad del ganso de collar en cada humedal se relacionaron con los meses de la temporada de invernación y con los niveles de marea. Se determinó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Barlett) de estos datos y posteriormente se realizó un análisis de varianza de tres vías, en donde los tratamientos fueron los sitios, meses y niveles de marea y finalmente se realizó la prueba *a posteriori* Duncan, se consideró un nivel de confianza del 95% (Zar, 1999).

6.2. PROPORCIÓN DE AVES ALIMENTÁNDOSE

Al momento de realizar los conteos para determinar la densidad de aves también se registró la proporción de gansos que se estaban alimentando. Estas proporciones se relacionaron con los meses de invernación y con los niveles de marea. También se determinó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Barlett) de estos datos y posteriormente se realizó un análisis de varianza de tres vías, en donde los tratamientos fueron los sitios, meses y niveles de marea y finalmente se realizó la prueba *a posteriori* Duncan, se consideró un nivel de confianza del 95% (Zar, 1999).

6.3. FRECUENCIA Y ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

Entre los conteos realizados cada hora, también se llevaron a cabo registros sobre el comportamiento alimentario del ganso de collar. Para esto, se seleccionó un individuo dentro del semicírculo de muestreo y se observó durante dos minutos consecutivos, clasificando y cuantificando las estrategias de alimentación utilizadas (Anexo I). Para la elección del siguiente individuo se consideró el quinto individuo más cercano, se siguió durante dos minutos y así sucesivamente.



La clasificación de las diferentes estrategias se realizó con base en las propuestas de Mather *et al.* (1998), Ganter (2000) y Molina (2012) y especificadas en el Anexo I: (1) ramoneo profundo, cuando las aves sumergen la mitad del cuerpo en busca del alimento sujeto al fondo, en esta estrategia se observa fuera del agua la mancha blanca que presenta el ganso de collar en la cola; (2) ramoneo de alimento fijo al sustrato (sustrato fijo), en la cual el ave sumerge la cabeza hasta el cuello para alcanzar el alimento, sin doblar el cuerpo, o bien ya sea nadando o caminando arranca el alimento vivo y fijo al sustrato; (3) ramoneo en superficie, en esta estrategia el ave va nadando y picotea el agua obteniendo el alimento desprendido y suspendido en el agua y (4) ramoneo de alimento libre sobre el sustrato (sustrato libre), cuando las aves que están posadas o fuera del agua picotean el sustrato para obtener el alimento que quedó varado en él.

Para analizar la frecuencia de alimentación se utilizó el número total de intentos de alimentación por minuto que realizaron los gansos observados, independientemente de la estrategia utilizada. Las frecuencias de alimentación en cada humedal se relacionaron con los meses de invernación y con los niveles de marea. Se determinó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Barlett) de estos datos y posteriormente se realizó un análisis de varianza de tres vías, en donde los tratamientos fueron los sitios, meses y niveles de marea y se realizó la prueba *a posteriori* Duncan. Se consideró un nivel de confianza del 95% (Zar, 1999).

Para determinar cuál de las cuatro estrategias de alimentación (Anexo I) prefirieron los gansos en el área de estudio independientemente del humedal, mes y nivel de marea, se aplicó un análisis de varianza de una vía (Zar, 1999), donde los



tratamientos fueron cada estrategia y la variable fue la frecuencia de intentos de alimentación por minuto de cada estrategia.

Para determinar si existieron diferencias en la frecuencia de intentos de alimentación por estrategia con relación al mes y humedal (sin considerar el nivel de marea), se utilizó un análisis de varianza de tres vías (Zar, 1999), donde los tratamientos fueron cada estrategia utilizada, los meses y los humedales y la variable fue la frecuencia de intentos de alimentación por minuto de cada estrategia.

Para determinar las diferencias en la frecuencia de intentos de alimentación por estrategia en cada humedal de acuerdo a los meses y niveles de marea, se realizaron tres análisis de varianza de tres vías (Zar, 1999), uno por cada humedal, en estos casos los tratamientos fueron los meses, niveles de marea y las estrategias y la variable fue la frecuencia de intentos de alimentación por minuto de cada estrategia.

Antes de realizar las pruebas anteriores se determinó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Barlett) de los diferentes grupos de datos, posteriormente se realizaron los análisis paramétricos respectivos y finalmente se realizó la prueba *a posteriori* Duncan. En todos los casos se trabajó con un nivel de confianza del 95% (Zar, 1999).

6.4. ALIMENTO DISPONIBLE

Con la finalidad de evaluar la biomasa del alimento disponible en cada humedal para el ganso de collar, en cada mes de la temporada de invernación se realizó un muestreo utilizando un cuadrante de 20 cm por 20 cm (Cabello-Pasini *et al.*, 2003), el cual se lanzó 10 veces en cada sitio de observación sobre el sustrato en las áreas donde se observaron gansos alimentándose. Las plantas ahí encontradas se



recolectaron manualmente y se limpiaron mediante un colador, para quitar la mayor cantidad de lodo y organismos posibles. Las muestras se guardaron en bolsas plásticas individuales, previamente etiquetadas y se congelaron para su posterior análisis.

En el laboratorio, de cada una de las muestras se separaron los componentes que potencialmente pueden ser utilizados como alimento por el ganso de collar, tomando en cuenta la literatura especializada (Ward, 1983; Moore, 2002; Moore *et al.*, 2004; Moore y Black, 2006; Ward *et al.*, 2004; Hassall y Lane, 2005; Ferson, 2007; Ladin, 2010). Se obtuvo el peso húmedo de cada uno de los alimentos potenciales, para posteriormente colocarlos en una estufa a una temperatura de 60°C, hasta alcanzar un peso constante, obteniendo de ésta manera el peso seco o biomasa (g/m^2) de cada uno de los componentes (Cabello-Pasini *et al.*, 2003). Para cada humedal, los resultados de la biomasa total encontrada mensualmente de cada alimento (g/m^2), se expresaron gráficamente.

6.5. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DIETA

Con la finalidad de identificar y cuantificar la dieta del ganso de collar a partir del contenido estomacal, en enero de 2013 se realizó la recolecta de 39 gansos, de los cuales 10 fueron cazados en Laguna San Ignacio, 15 en Laguna Ojo de Liebre y 14 en Bahía San Quintín.

Los ejemplares de Bahía San Quintín provinieron de la actividad cinegética de la zona. Las recolectas de Laguna San Ignacio y Laguna Ojo de Liebre se realizaron bajo la autorización de la Dirección General de Vida Silvestre, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el permiso SPGA/DGVS/12372/12 emitido el 17 de



diciembre de 2012. La recolecta de ejemplares en las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio se efectuó mediante el empleo de rifles de aire (calibre 5.0 mm) y de fuego (calibre 0.22 in), las aves fueron abatidas preferentemente al estar alimentándose.

A los 39 gansos de collar recolectados se les determinó el grupo de edad (adulto o juvenil) en base a la coloración de su plumaje. De acuerdo a Einarsen (1965) y Lewis *et al.* (2013), los adultos presentan una coloración negra en la parte anterior de su cuerpo y blanca hacia la cola, también una serie de estrías en forma de collar alrededor del cuello y las plumas de las alas completamente negras, mientras que los juveniles presentan una coloración similar a la de los adultos, pero poseen líneas blancas en las plumas de las alas y en algunos casos el collar no está bien marcado (Fig. 5)



Figura 5. Imagen de tres gansos de collar. Al fondo se observa un ganso de collar juvenil, se marcan las líneas blancas en las plumas de las alas; frente a él se encuentra un adulto, se nota la ausencia de las líneas blancas en las plumas de las alas.



Cada individuo recolectado se pesó y se extrajo el contenido del esófago y proventrículo, éstos se colocaron en viales previamente etiquetados y se congelaron para su posterior análisis en el laboratorio.

En el laboratorio, los componentes alimentarios se separaron utilizando un microscopio estereoscópico (8-32x) y la identificación de la dieta se llevó a cabo mediante literatura especializada (Abbott y Dawson, 1978; Wiggins, 1980; Hillson, 1982; Green y Short, 2003; Hemminga y Duarte, 2004; Kuo y den Hartog, 2006; Druehl, 2007; Ochoa-Izaguirre *et al.*, 2007).

La cuantificación de la dieta se realizó mediante dos métodos: (1) el gravimétrico (G%), el cual indicó la importancia del alimento en función al peso total del alimento consumido (Díaz-Carbadillo, 2011; Hernández-Aguilar, 2012) y (2) el de frecuencia de aparición (FA%), que registró el número de esófago/proventrículo en los que se presentó un determinado tipo de alimento (Díaz-Carbadillo, 2011; Hernández-Aguilar, 2012). La formulación de estos dos métodos es la siguiente:

Gravimétrico:

$$G\% = \frac{p}{PT} * 100$$

Donde:

G% = Peso del alimento en porcentaje

P= Peso de un determinado tipo de alimento

PT= Peso total de los alimentos



Frecuencia de aparición:

$$FA\% = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

FA%= Porcentaje de aparición

n= Número de esófago/proventrículo en los que se presenta determinado tipo de alimento

N= Número total de esófagos/proventrículos analizados

6.6. COMPARACIÓN DE PESOS

Con la finalidad de evaluar posibles diferencias entre los pesos de los gansos recolectados en los tres humedales, se realizaron comparaciones del peso promedio por sexo y grupo de edad. Se llevaron a cabo tres análisis de varianza de una vía (Zar 1999); en el primero se comparó el peso promedio de las hembras, en el segundo, el peso promedio los machos juveniles y en el tercero el peso los machos adultos. En todos los casos se comprobó la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedastisidad (Barlett) de los datos.



7. RESULTADOS

7.1. DENSIDAD DE AVES

La mayor densidad de gansos de collar se observó en Laguna San Ignacio (15 aves/ha), seguida de Bahía San Quintín (12 aves/ha) y finalmente Laguna Ojo de Liebre (7 aves/ha), que presentó los valores más bajos (Fig. 6). El análisis de varianza indicó que las densidades por sitio fueron diferentes ($F_{2,167} = 6.415$, $p < 0.01$). San Ignacio debe ser considerada mayor y diferente de Ojo de Liebre y San Quintín fue intermedia y estadísticamente igual a las dos anteriores (Fig.6).

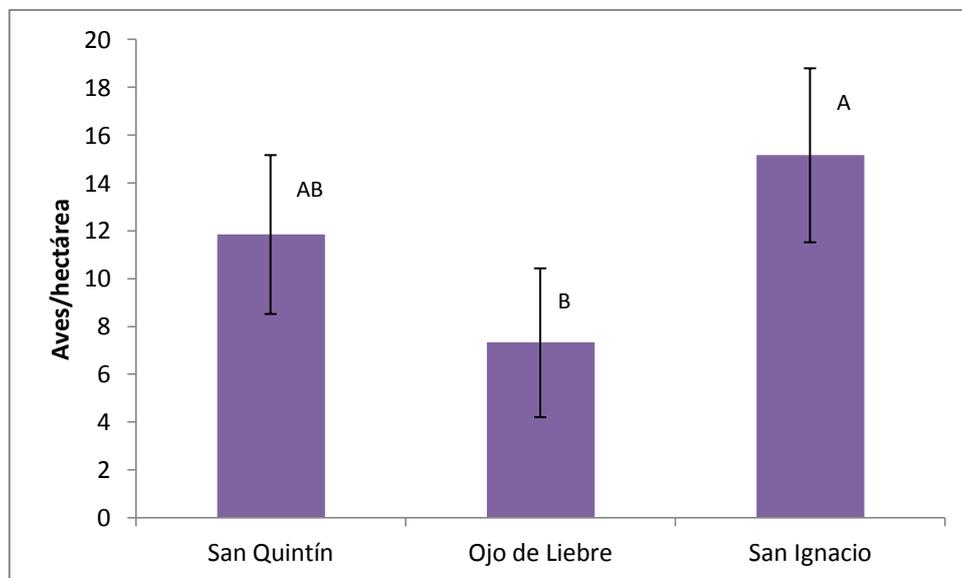


Figura 6. Densidad del ganso de collar en Laguna San Ignacio, Bahía San Quintín y Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos según la prueba a posteriori de Duncan.

En Bahía San Quintín y en la Laguna Ojo de Liebre las mayores densidades de ganso de collar se presentaron en noviembre, posteriormente descendieron hasta alcanzar su mínimo en febrero y marzo respectivamente. En contraste en Laguna



San Ignacio se observó la menor densidad de aves en noviembre, en diciembre aumentó hasta que en enero se detectó la mayor densidad, misma que decreció en los meses siguientes (Fig. 7). Se presentaron diferencias significativas entre las densidades por sitio y mes ($F_{8,167} = 3.13$ $p < 0.01$). Las densidades variaron de 2.33 aves/hectárea en febrero en Laguna Ojo de Liebre, hasta 26.54 aves/hectárea en noviembre en Bahía San Quintín, la prueba *a posteriori* de Duncan indicó la formación de cuatro grupos homogéneos dentro de este intervalo (ver Anexo III).

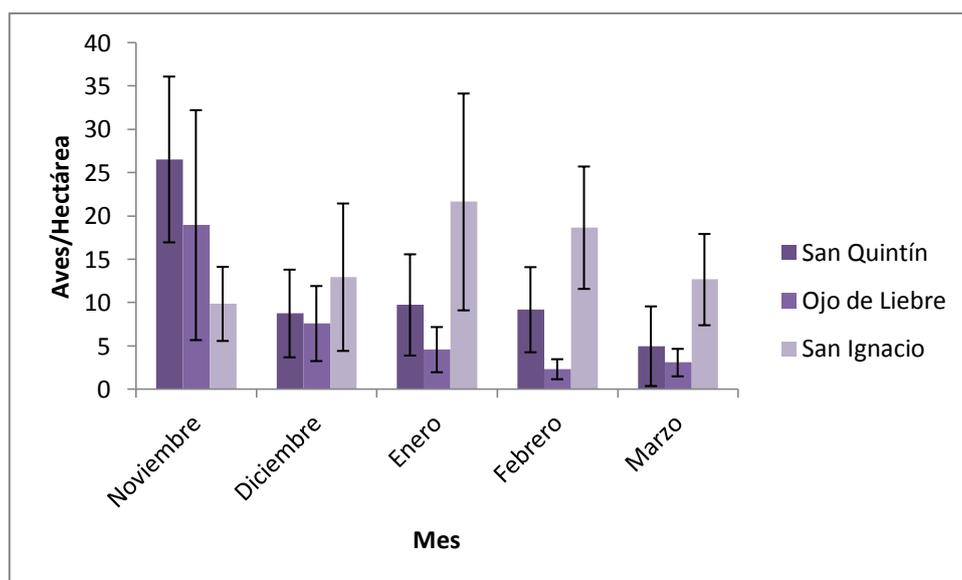


Figura 7. Densidad del ganso de collar por mes y por sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

Las densidades de gansos de collar con relación al nivel de marea encontradas fueron diferentes en cada sitio ($F_{4,167} = 3.90$, $p < 0.01$). En Bahía San Quintín no se detectaron cambios, es decir, se presentaron densidades similares para los tres niveles de marea. En la Laguna Ojo de Liebre se mantuvieron densidades similares en marea alta y media, mientras que decayeron en marea baja. Finalmente, en Laguna San Ignacio la mayor densidad de gansos se observó en



marea alta y conforme disminuyó el nivel de marea se redujo la densidad (Fig.8). Las densidades variaron de 2.28 aves/hectárea en Laguna Ojo de Liebre durante marea baja, hasta 23.88 aves/hectárea en Laguna San Ignacio en diciembre, la prueba *a posteriori* mostró la formación de cuatro grupos homogéneos dentro de este intervalo (Anexo III)

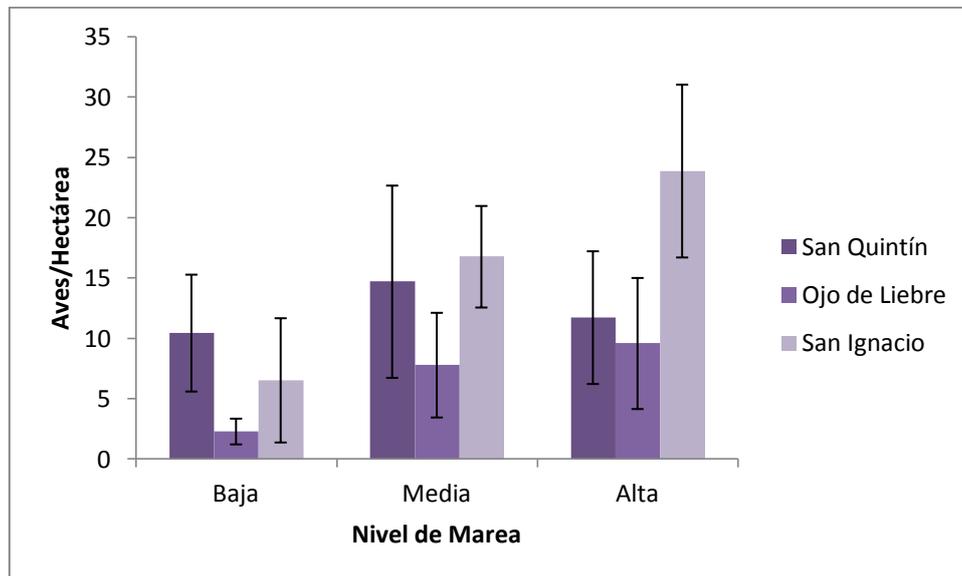


Figura 8. Densidad del ganso de collar con respecto al nivel de marea en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.2. PROPORCIÓN DE AVES ALIMENTÁNDOSE

En general, la proporción de gansos alimentándose no fue significativamente diferente ($F_{2,167} = 0.70$ $p=0.50$) entre los tres sitios muestreados (Fig.9).



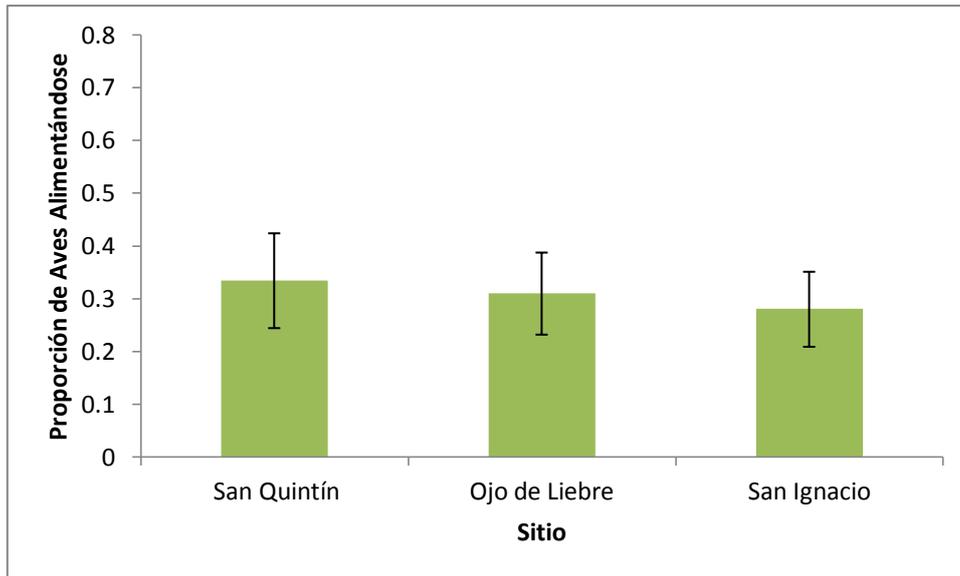


Figura 9. Proporción de aves alimentándose en los tres sitios. Se indican los intervalos de confianza al 95%.

Respecto a la proporción de aves se alimentándose con relación a los meses, se encontró un patrón similar entre Bahía San Quintín y Laguna Ojo de Liebre, sitios donde la mayor proporción de gansos de collar alimentándose se presentó en noviembre, posteriormente disminuyó y se mantuvo relativamente constante en los meses siguientes. Por otro lado, en Laguna San Ignacio no se observó un patrón aparente, la menor proporción fue en enero y la mayor en marzo (Fig.10,). Las diferencias encontradas en la proporción de aves alimentándose entre los meses en los tres humedales fueron significativas ($F_{8,167} = 5.92$ $p < 0.01$). Dichas proporciones variaron desde 0.03 en Laguna San Ignacio en enero, hasta 0.67 en Bahía San Quintín en noviembre, la prueba *a posteriori* indicó la formación de cuatro grupos homogéneos (Anexo III).



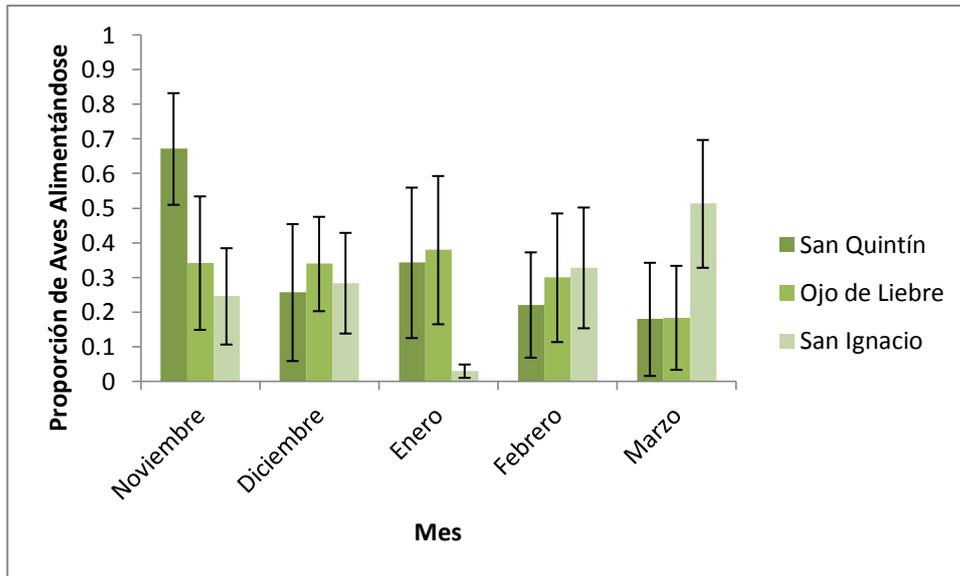


Figura 10. Proporción de aves alimentándose al mes en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

Con relación al nivel de marea, tanto en Bahía San Quintín como en Laguna Ojo de Liebre la proporción de gansos de collar alimentándose siguió el mismo patrón, en marea baja las proporciones fueron medias, para aumentar en marea media y disminuir en mareas altas. A diferencia de esto en Laguna San Ignacio la mayor proporción se presentó en marea baja y disminuyó en mareas media y alta ($F_{4,167} = 8.828$ $p < 0.01$, Fig.11, Tabla IV). Las diferencias encontradas en la proporción de aves alimentándose en los tres niveles de marea y los tres humedales fueron significativas ($F_{8,167} = 5.92$ $p < 0.01$). Las proporciones variaron desde 0.12 hasta 0.55 ambos extremos en Bahía San Quintín durante marea baja y media respectivamente, la prueba *a posteriori* indicó la formación de cinco grupos homogéneos dentro de este intervalo (Anexo III).



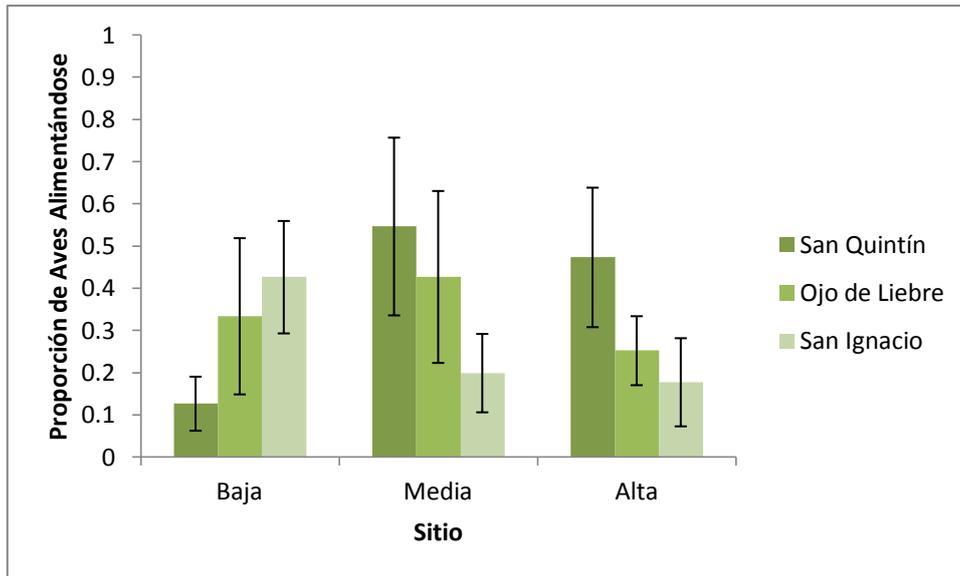


Figura 11. Proporción de aves alimentándose con respecto al nivel de marea en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.3. FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

En contraste con la proporción de aves alimentándose, en general en la frecuencia de alimentación de los gansos de collar se observaron diferencias significativas ($F_{2,1208}=5.58$ $p<0.01$). En Bahía San Quintín se detectaron los menores intentos de alimentación por minuto, los cuales fueron de 6.79 intentos por minuto en promedio, mientras que en Laguna Ojo de Liebre y en Laguna San Ignacio la frecuencia con la que las aves se alimentaron fue mayor, de 7.97 intentos por minuto promedio en ambos casos (Fig. 12).



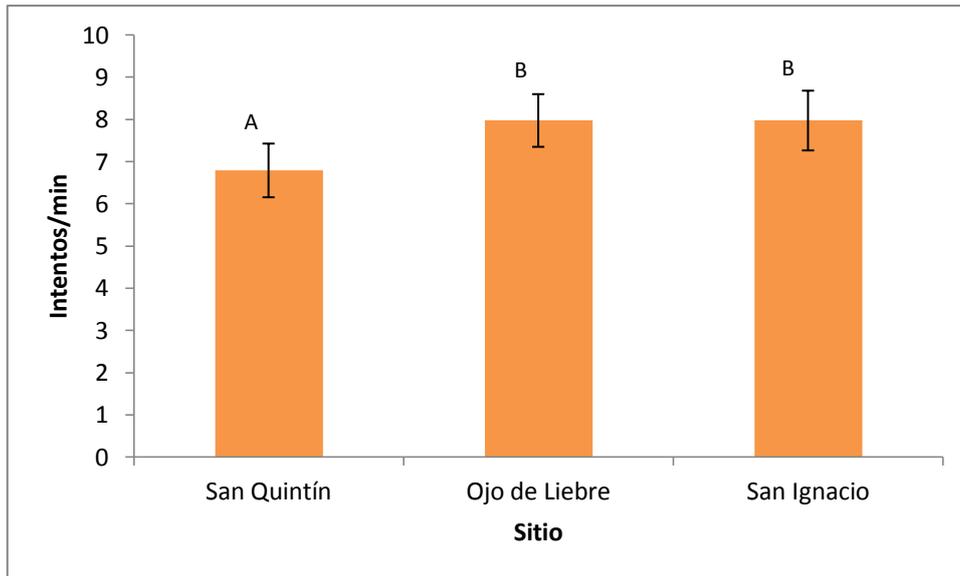


Figura 12. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos de la prueba de Duncan.

La frecuencia con que las aves se alimentaron a lo largo de los meses fue diferente en cada sitio ($F_{8,1208}=15.74$, $p<0.01$), en Bahía San Quintín fue mayor durante los tres primeros meses de la invernación. En Laguna Ojo de Liebre no se observó un patrón claro, aunque la mayor frecuencia se encontró en noviembre y la menor en febrero. Finalmente en Laguna San Ignacio se tuvo un patrón inverso al de Bahía San Quintín, los gansos se alimentaron con una mayor frecuencia en febrero y marzo y una menor en los primeros tres meses (Fig.13). La frecuencia de alimentación varió desde 3.60 intentos por minuto en Bahía San Quintín en marzo hasta 11.17 en Laguna Ojo de Liebre en noviembre, la prueba *a posteriori* mostró la formación de seis grupos homogéneos dentro de este intervalo (Anexo III).



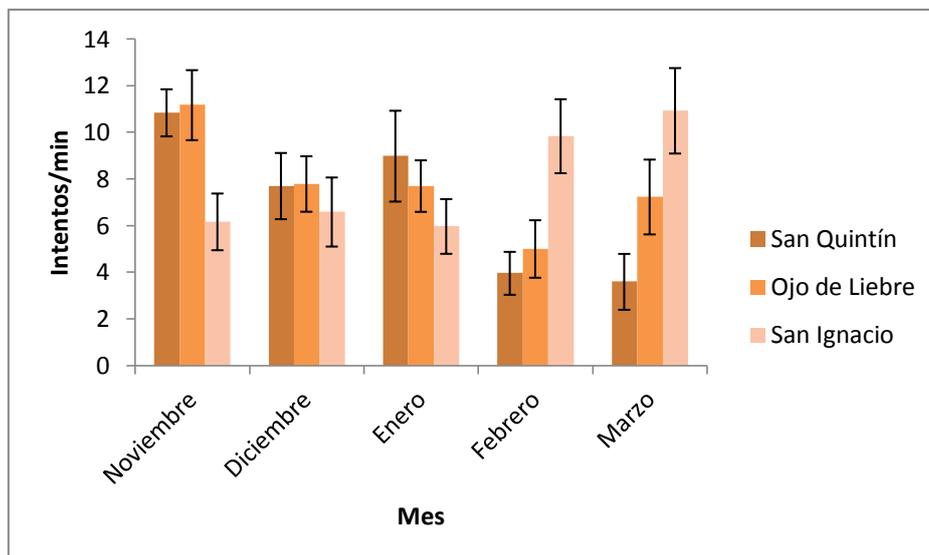


Figura 13. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) al mes en cada sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

El nivel de marea afecto de manera diferente la frecuencia de alimentación en cada humedal ($F_{4,1208}=24.03$ $p<0.01$). En Bahía San Quintín la frecuencia de alimentación varió notoriamente de acuerdo al nivel de marea, en marea baja la frecuencia fue la menor, al aumentar el nivel de marea la frecuencia también lo hizo. En Laguna Ojo de Liebre la mayor frecuencia de alimentación sucedió en marea media, mientras que en marea baja y alta se observaron frecuencias menores. Finalmente en Laguna San Ignacio las aves se alimentaron con una mayor frecuencia en marea baja que en alta y media (Fig.14). La frecuencia de intentos de alimentación por minuto varió desde 3.25 hasta 11.70, ambos extremos se presentaron en Bahía San Quintín durante marea baja y alta respectivamente, la prueba *a posteriori* indicó la formación de cinco grupos homogéneos dentro de este intervalo (Anexo III).



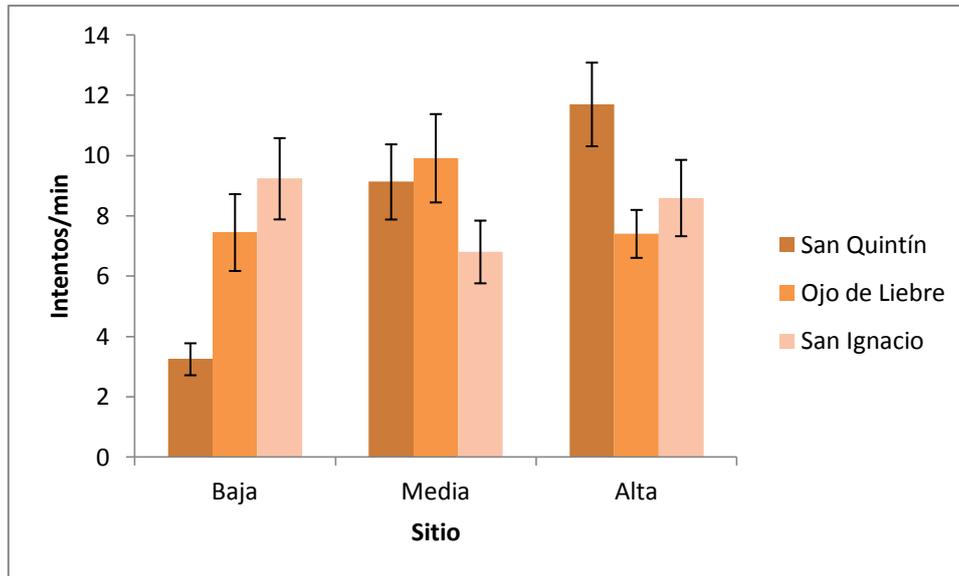


Figura 14. Frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) respecto al nivel de marea en los tres sitios. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.4. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

En general se observaron diferencias significativas en las estrategias utilizadas por el ganso de collar ($F_{3,5004}=215.40$ $p<0.01$). Se observó que la estrategia más utilizada fue el ramoneo en sedimento fijo (3.92 int/min), seguida de ramoneo en superficie (2.83 int/min), ramoneo profundo (0.65 int/min) y por último ramoneo en sedimento libre, la cual solamente presentó 0.15 intentos por minuto (Fig. 15).



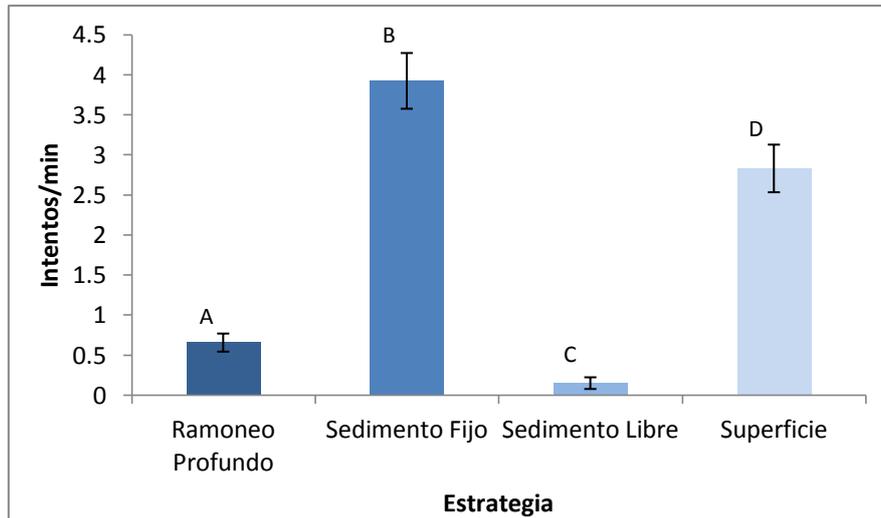


Figura 15. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) independientemente de sitio, mes y nivel de marea. Se muestran los intervalos de confianza al 95%. Las letras indican los grupos homogéneos de la prueba de Duncan.

Entre los sitios, las principales estrategias de alimentación utilizadas fueron diferentes ($F_{6,4948}=44.78$ $p<0.01$). En Bahía San Quintín y en Laguna Ojo de Liebre la estrategia principalmente utilizada fue ramoneo en sedimento fijo, estrategia con la que las aves pueden adquirir el alimento que está sujeto al sustrato. En contraste en Laguna San Ignacio la estrategia predominante fue ramoneo en superficie, estrategia mediante la cual las aves pueden adquirir el alimento que se encuentra a la deriva. En los tres sitios la estrategia menos utilizada fue ramoneo en sedimento libre (Fig.16). La frecuencia de intentos de alimentación por minuto de cada estrategia varió desde 0.02 intentos de alimentación mediante la estrategia ramoneo en sedimento libre en Bahía San Quintín, hasta 5.17 intentos por minuto mediante ramoneo en superficie en Laguna San Ignacio, la prueba *a posteriori* mostró la formación de siete grupos homogéneos en este intervalo (Anexo III).



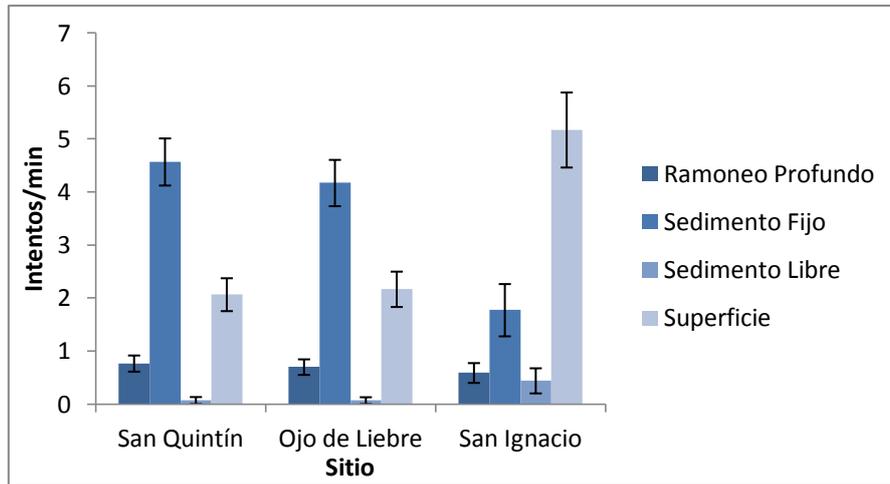


Figura 16. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por sitio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.4.1. Bahía San Quintín

En casi todos los meses la principal estrategia utilizada en Bahía San Quintín fue el ramoneo en sedimento fijo; sin embargo, en febrero los gansos utilizaron principalmente el ramoneo en superficie. En febrero y marzo la frecuencia de alimentación fue menor que en los tres primeros meses (Fig.17). Las diferencias observadas en la frecuencia de intentos de alimentación por minuto de cada estrategia entre los meses fueron significativamente diferentes ($F_{12,1652}=30.41$ $p<0.01$). La frecuencia varió desde 0 intentos por minuto con la estrategia ramoneo en sedimento libre en todos los meses excepto febrero, hasta 9 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento fijo en noviembre; la prueba *a posteriori* indicó la formación de ocho grupos homogéneos (Anexo III).



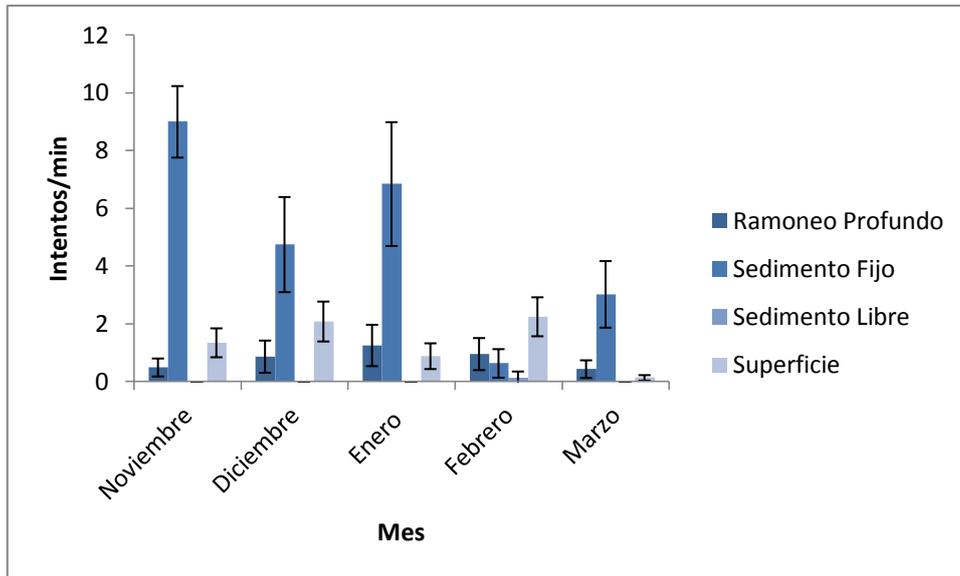


Figura 17. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Bahía San Quintín. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

En Bahía San Quintín, el nivel de marea afectó significativamente los intentos de alimentación por minuto de cada estrategia ($F_{6,1652}=69.34$ $p<0.01$). En niveles de marea baja los gansos se alimentaron con poca intensidad y lo realizaron principalmente mediante ramoneo en superficie. Por otro lado en marea media y alta la estrategia predominante fue ramoneo en sedimento fijo. La estrategia menos utilizada en los tres casos fue ramoneo en sedimento libre, de hecho en marea media y alta los gansos no la utilizaron (Fig.18). La frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias por nivel de marea varió desde 0 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento libre en marea media y alta hasta 10.54 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento fijo en marea alta; la prueba *a posteriori* mostró cinco grupos homogéneos dentro de este intervalo (Anexo III).



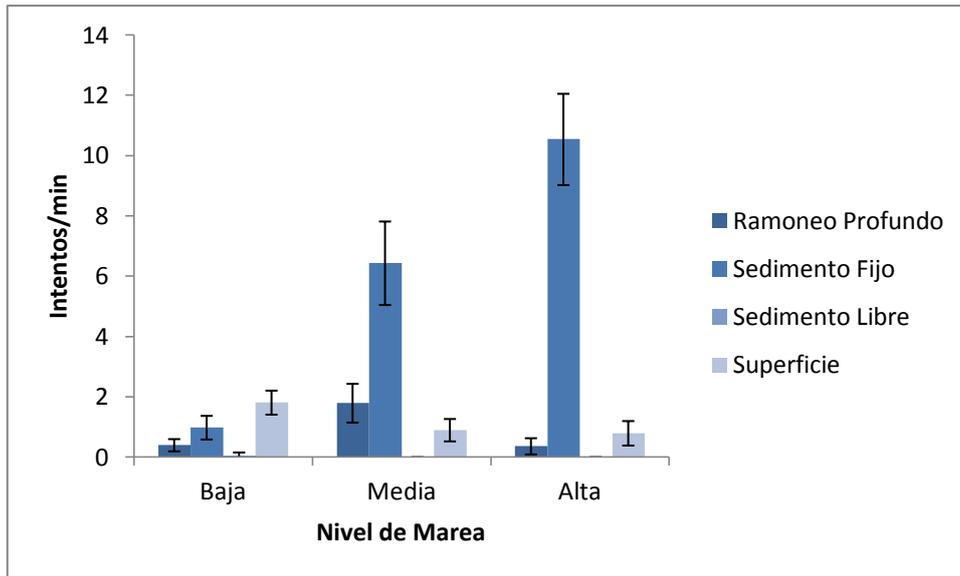


Figura 18. Frecuencia alimentación (intentos/min) por mes en los tres niveles de marea en Bahía San Quintín. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.4.2. Laguna Ojo de Liebre

La frecuencia de utilización de las estrategias de alimentación fue diferente a lo largo de los cinco meses de observación ($F_{12,2036}=3.64$ $p<0.01$). Los gansos se alimentaron principalmente mediante ramoneo en sedimento fijo, seguido de ramoneo en superficie en casi todos los meses (Fig.19). A lo largo de los cinco meses de observación, la estrategia menos utilizada fue ramoneo en sedimento libre. La frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias varió de 0 intentos por minuto mediante ramoneo en sedimento libre en enero, febrero y marzo y ramoneo profundo en marzo, hasta 5.66 intentos por minuto mediante ramoneo en sedimento fijo en noviembre; la prueba *a posteriori* indicó la formación de ocho grupos homogéneos en este intervalo (Anexo III).



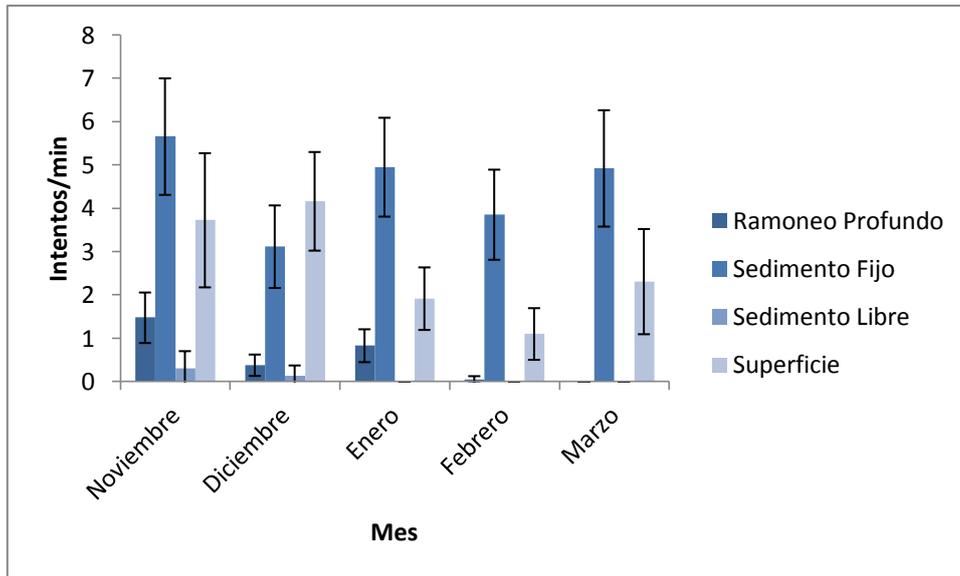


Figura 19. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

Las frecuencia de utilización de las estrategias también mostró diferencias significativas con relación al nivel de marea ($F_{6,2036}=7.70$ $p<0.01$). En los tres niveles de marea la estrategia principal utilizada en Ojo de Liebre fue ramoneo en sedimento fijo. Durante marea baja los gansos se alimentaron casi exclusivamente con esta técnica, mientras que en marea media y alta además utilizaron ramoneo en superficie (Fig.20). La frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias varió de 0 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento libre durante marea alta hasta 5.68 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento fijo durante marea media, la prueba *a posteriori* mostró la formación de tres grupos homogéneos (Anexo III).



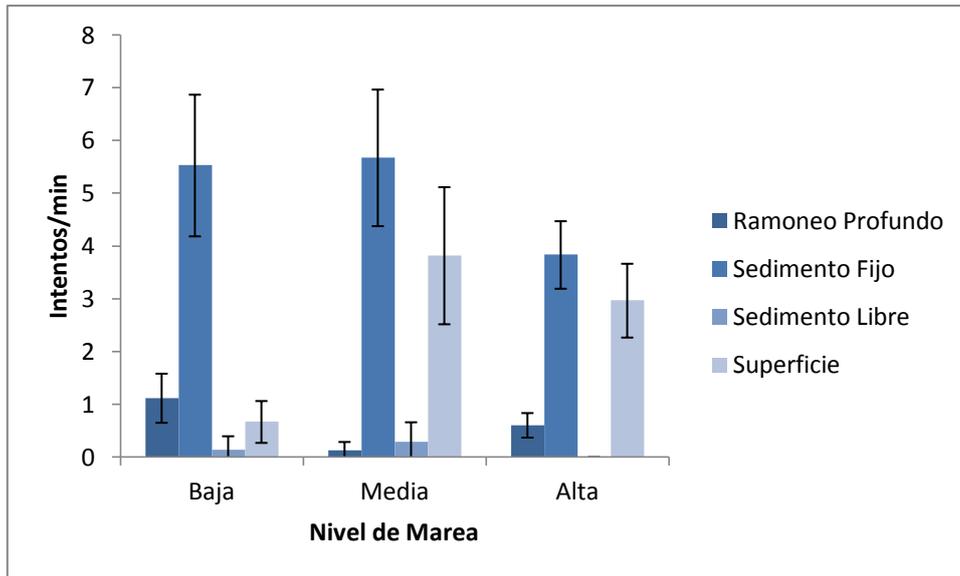


Figura 20. Frecuencia alimentación (intentos/min) en los tres niveles de marea en Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.4.3. Laguna San Ignacio

A lo largo de los cinco meses se observaron diferencias significativas en la frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias ($F_{12,1144}=11.63$ $p<0.01$). En Laguna San Ignacio el ganso de collar se alimentó principalmente mediante ramoneo en superficie, estrategia seguida de ramoneo en sedimento fijo, a excepción de febrero (Fig.21). La frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias varió de 0 intentos por minuto mediante ramoneo en sedimento libre en marzo hasta 8.47 intentos por minuto de ramoneo en superficie en marzo; la prueba *a posteriori* indicó la formación de ocho grupos homogéneos (Anexo III).



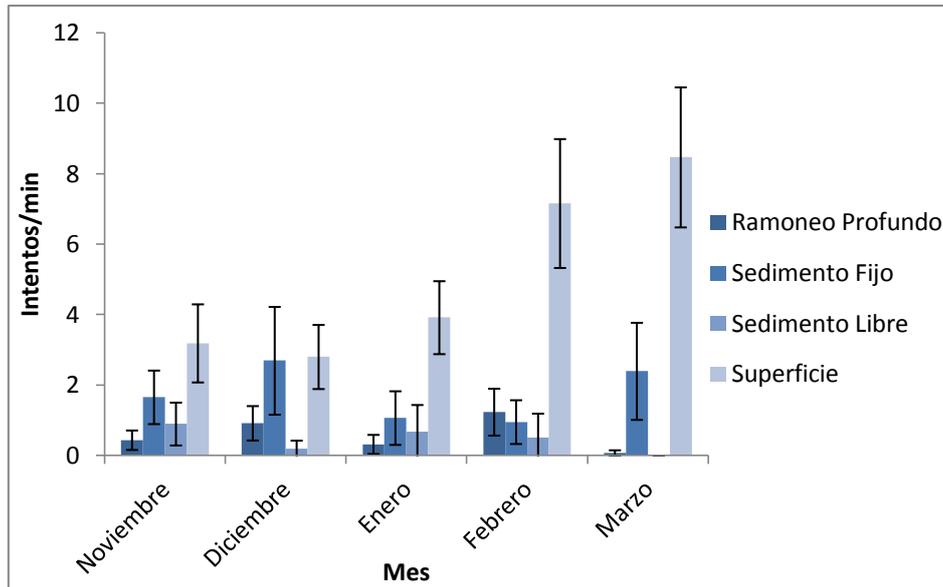


Figura 21. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna San Ignacio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

Con relación al nivel de marea, la frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias mostró diferencias significativas ($F_{6,1144}=49.13$ $p<0.01$). En marea baja las aves utilizaron con mayor frecuencia el ramoneo en sedimento fijo, seguido de ramoneo profundo. En marea media la estrategia más utilizada fue ramoneo en superficie, seguido de ramoneo en sedimento fijo. Finalmente durante marea alta, los gansos se alimentaron casi exclusivamente mediante ramoneo en superficie (Fig.22). La frecuencia de utilización de las estrategias varió de 0.05 intentos por minuto mediante la estrategia ramoneo en sedimento fijo durante marea alta, hasta 8.36 intentos por minuto mediante ramoneo en superficie en marea alta, la prueba *a posteriori* indicó la formación de cinco grupos homogéneos (Anexo III).



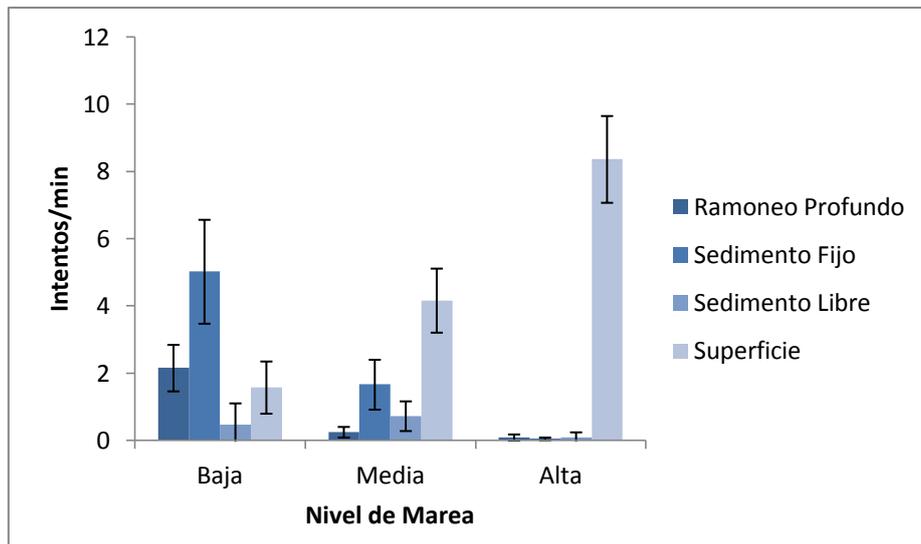


Figura 22. Frecuencia de utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por nivel de marea en Laguna San Ignacio. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.

7.5. ALIMENTO DISPONIBLE

En Bahía San Quintín los principales alimentos disponibles en la mayoría de los meses fueron *Zostera marina* y *Ulva* spp. (Fig. 23). Cabe mencionar que durante los primeros tres meses se observaron hojas de *Z. marina* más grandes que las encontradas a partir de febrero, aunque no se tomaron datos de las medidas de los pastos encontrados, para marzo en los sitios en donde se encontraban los mantos de *Z. marina* se observaron principalmente raíces de éstos, de las cuales las aves no se alimentaron.



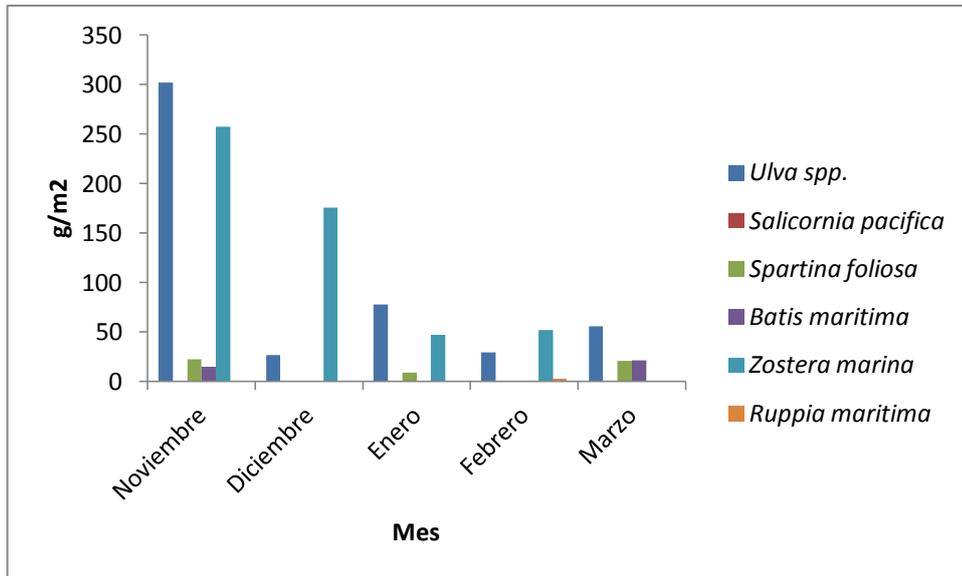


Figura 23. Alimento disponible en Bahía San Quintín.

En Laguna Ojo de Liebre durante noviembre y diciembre el principal alimento disponible fue *Ruppia maritima* (Fig. 24). En los siguientes tres meses se modificó la composición y el primer sitio lo ocupó *Ulva spp.*; esta macroalga cubrió gran parte de la línea de costa en Punta Dátil (Fig. 25). Cabe resaltar que en Laguna Ojo de Liebre durante los cinco meses de observación se registró una amplia variedad de alimentos disponibles para el ganso de collar (Fig. 24).

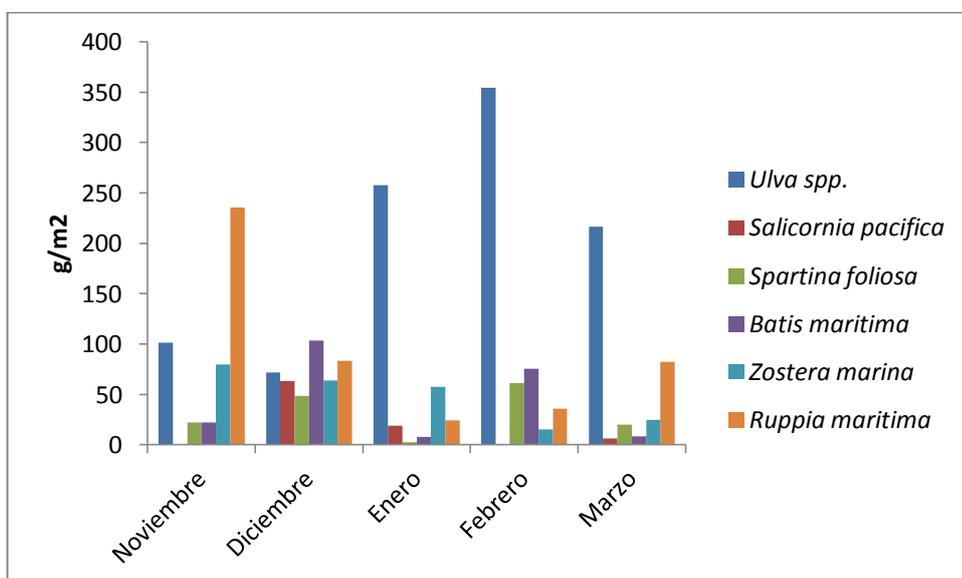


Figura 24. Alimento disponible en Laguna Ojo de Liebre.





Figura 25. Recubrimiento de *Ulva* spp. sobre la línea de costa en Laguna Ojo de Liebre.

A diferencia de los otros dos sitios, en Laguna San Ignacio los principales alimentos disponibles para el ganso de collar fueron *Z. marina* y *R. maritima* a lo largo de los cinco meses de observación, de hecho estos dos componentes representaron prácticamente el único alimento disponible en el sitio (Fig. 26).

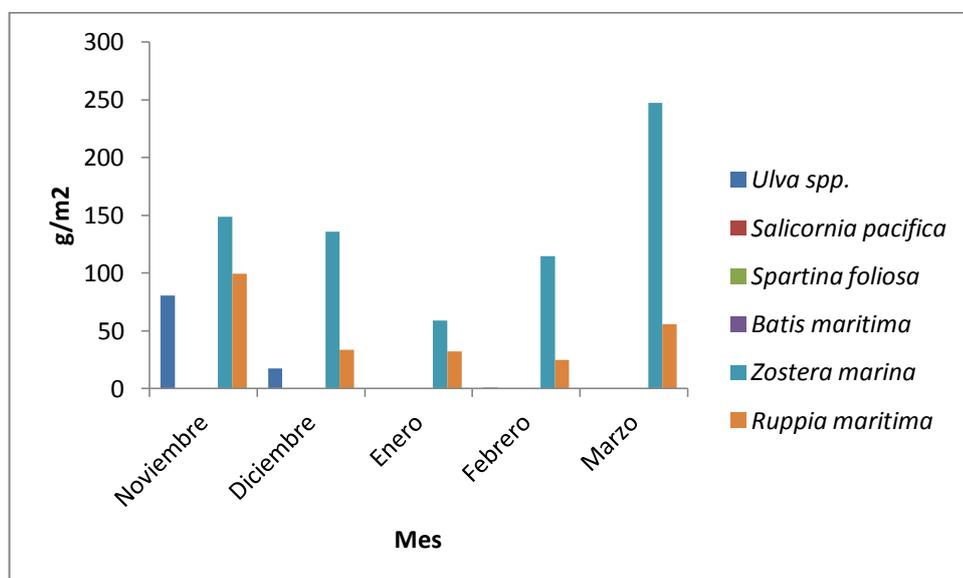


Figura 26. Alimento disponible en Laguna San Ignacio.



7.6. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA DIETA

7.6.1. Identificación

De los organismos recolectados en Bahía San Quintín y Laguna Ojo de Liebre, uno de cada sitio no presentó contenido en el tracto por lo que se analizaron 13 y 14 organismos respectivamente (Tabla XVI). Los 10 individuos de Laguna San Ignacio presentaron contenido alimenticio (Tabla XVI).

Los alimentos encontrados en los esófagos de los gansos recolectados en Bahía San Quintín fueron: *Ruppia maritima*, *Zostera marina*, *Salicornia pacífica*, *Salicornia virginica* y materia orgánica (materia que no fue posible identificar debido al grado de degradación del alimento); además en dos organismos se encontraron granos de arena. En Laguna Ojo de Liebre los alimentos registrados fueron: *R. maritima*, *Z. marina*, materia orgánica, en un individuo se presentó un alga roja, además se observó en dos organismos la presencia de granos de arena. Finalmente, en las aves capturadas en Laguna San Ignacio los alimentos detectados fueron: *R. maritima*, *Z. marina* y *Spartina foliosa*, es importante resaltar que en este sitio en cinco individuos se encontraron gasterópodos asociados a las hojas de *R. maritima* (Tabla 1).



Tabla 1. Alimentos encontrados en los esófagos y proventrículos de los gansos de collar recolectados.

Especie\Humedal	San Quintín	Ojo de Liebre	San Ignacio
<i>Ruppia maritima</i>	X	X	X
<i>Zostera marina</i>	X	X	X
<i>Spartina foliosa</i>			X
<i>Salicornia pacifica</i>	X		
<i>Salicornia virginica</i>	X		
Alga		X	
Molusco			X
Materia orgánica	X	X	
Tamaño de muestra	13	14	10

7.6.2. Cuantificación

El contenido de los tractos (esófago y proventrículo) de los gansos recolectados en Bahía San Quintín presentó un peso en promedio de 0.415 g, en Laguna Ojo de Liebre 0.120 g y en Laguna San Ignacio 0.167 g.

En frecuencia de aparición en Bahía San Quintín el alimento más común fue *Z. marina*, el cual se observó en el 46.5% de los tractos analizados (Fig. 27a), *S. pacifica* y *S. virginica* fueron los segundos alimentos encontrados (30.8% en ambos casos, Fig. 27a) y *R. maritima* únicamente apareció en 15.4%. Para Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio el alimento principalmente encontrado en los esófagos fue *R. maritima* (85.7% y 90%, respectivamente, Fig. 27b y c). En Laguna Ojo de Liebre fue seguido de *Z. marina* (14.3%, Fig. 27b). En Laguna San Ignacio el segundo alimento fueron moluscos asociados a *R. maritima* (50%, Fig. 27c), los cuales, de ser digeridos, pueden representar un aporte nutricional importante; *Z. marina* se encontró en 30% de los tractos analizados (Fig. 27c).



El método gravimétrico indicó que en los tractos analizados de Bahía San Quintín el alimento con mayor aporte en cuanto a peso fue *S. virginica* (57.3%), seguido de *S. pacifica* (26.4%, Fig. 27a), *Z. marina* representó el 10.4% de la biomasa total. En Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio el principal alimento registrado fue *R. maritima* (76.2% y 46.5% respectivamente, Fig. 27b y c), seguido de *Z. marina* (18.6% y 30.6% respectivamente, Fig. 27b y c). Es importante señalar que en Laguna San Ignacio *Spartina foliosa* representó el 22.7% del peso del contenido de los tractos (Fig. 27c).



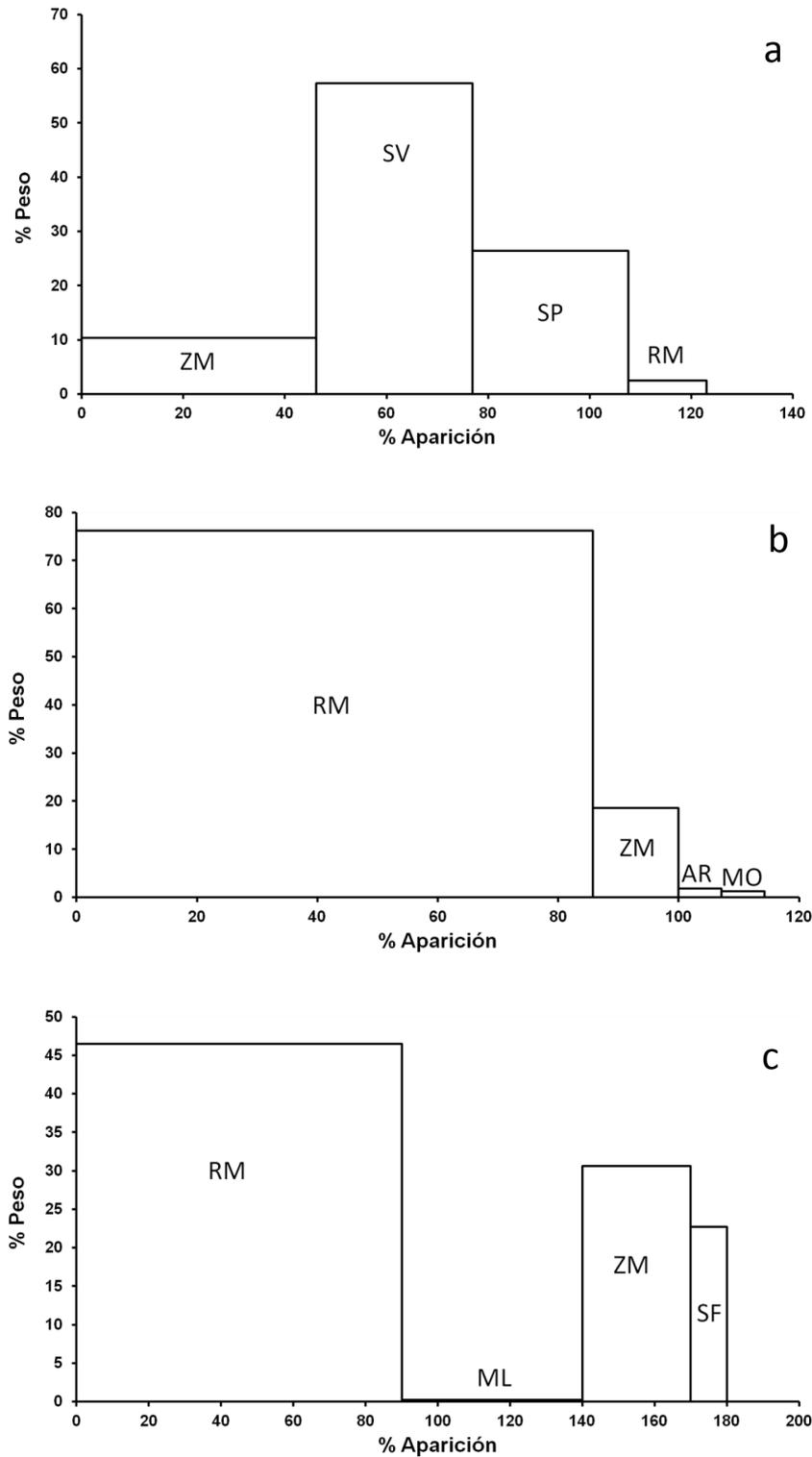


Figura 27. Dieta del ganso de collar con base en el contenido del esófago y proventrículo en a) Bahía San Quintín, b) Laguna Ojo de Liebre y c) Laguna San Ignacio. Se indican los nombres de los alimentos: ZM (*Zostera marina*), SV (*Salicornia virginica*), SP (*Salicornia pacifica*), RM (*Ruppia maritima*), SF (*Spartina foliosa*), AR (alga roja), ML (moluscos) y MO (materia orgánica).



7.7. COMPARACIÓN DE PESOS

De las 14 aves recolectadas en Bahía San Quintín siete fueron machos y siete hembras, dentro de estas últimas sólo estuvieron representadas las aves adultas. Respecto al grupo de edad se observó una mayor proporción de adultos (Tabla 2). Por último, en tres organismos se encontraron parásitos o quistes en su tracto digestivo, específicamente en el intestino delgado (Tabla 2). En Laguna Ojo de Liebre de las 15 aves recolectadas, predominaron los machos y los adultos (Tabla 2). Esta laguna mostró la mayor presencia de parásitos o quistes en el intestino, ya que 11 aves se encontraron parasitadas, dos hembras adultas (una de ellas marcada con un anillo metálico: 1767-07402), las dos hembras juveniles, cuatro machos adultos y los tres machos juveniles. En Laguna San Ignacio de las 10 aves recolectadas, también predominaron los machos y adultos (Tabla 2). En esta laguna, la mitad de los gansos recolectados presentaron presencia de parásitos o quistes, una hembra adulta, una juvenil y los tres machos juveniles.

Tabla 2. Descripción de los gansos de collar recolectados en los tres sitios de trabajo. Se muestra el número de gansos en los que se encontraron parásitos en el tracto digestivo. Entre paréntesis se muestra el número de aves con presencia de parásitos.

Categoría\Humedal	San Quintín	Ojo de Liebre	San Ignacio
Hembras adultas	7 (1)	4(2)	3(1)
Hembras juveniles	0	2(2)	1(1)
Machos adultos	5	6(4)	3
Machos juveniles	2 (2)	3(3)	3(3)
Total capturados	14	15	10
Presencia de Parásitos	3	11	5



Respecto a los pesos de las aves, en Bahía San Quintín no se tuvo acceso al cuerpo completo de dos hembras adultas (sólo al tracto digestivo), por lo que únicamente se obtuvo el peso de las 12 aves restantes, cinco hembras adultas, cinco machos adultos y dos juveniles. En todos los humedales se observaron pesos estadísticamente iguales (Tabla 3) en las tres categorías que se formaron de acuerdo con el sexo y edad (Fig. 28).

Tabla 3. Pruebas estadísticas del peso por grupo de sexo-edad.

Sexo	Edad	Estadístico	Media (g)	g.l.	p
Hembra	Adulto y juvenil	F = 0.698	1215.37	2,12	0.516
Macho	Juvenil	F = 1.715	1190.33	2,5	0.27
Macho	Adulto	F = 0.222	1540.04	2,11	0.80



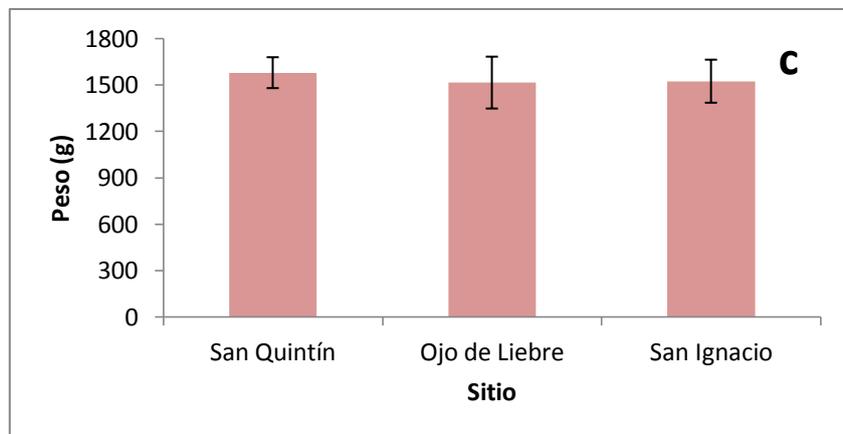
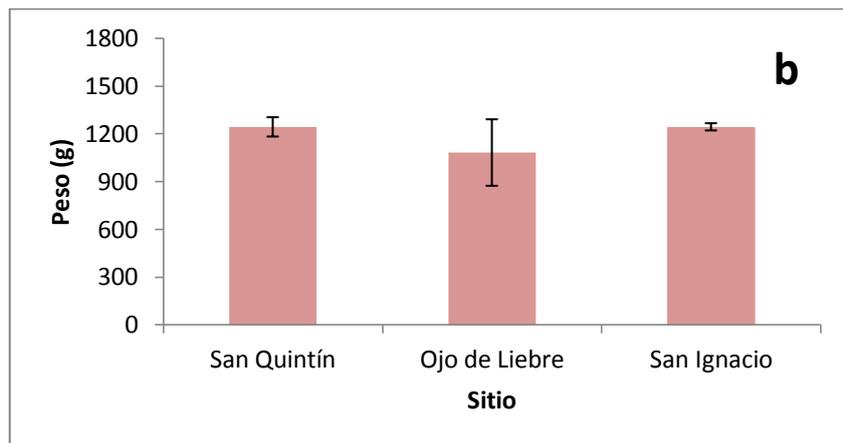
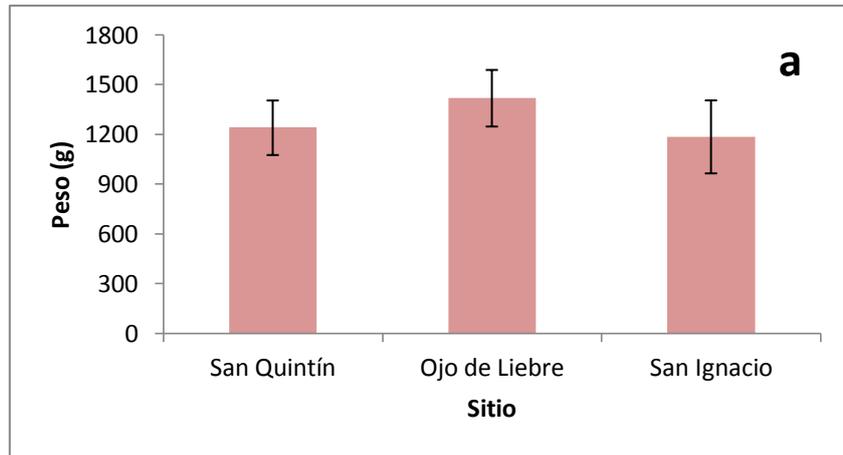


Figura 28. Peso de las aves recolectadas en los tres sitios de estudio por grupo de sexo-edad: a) hembras, b) machos juveniles y c) machos adultos. Se muestran los intervalos de confianza al 95%.



8. DISCUSIÓN

8.1. BAHÍA SAN QUINTÍN

8.1.1. *Densidad de aves*

Las altas densidades encontradas para Bahía San Quintín en noviembre se relacionan con la llegada masiva de los gansos a este lugar, ya que su migración al sur la realizan mediante un solo vuelo continuo, lo que ocasiona llegadas en grandes números a sus sitios de invernación (Einarsen, 1965; Kramer 1976; Derkesen y Ward, 1993; Martínez, 2009; Vázquez, 2010). Dicha llegada se observó para esta zona en la temporada 2010-11 (SEMARNAT, *en prensa*), en donde, semejante a lo aquí presentado, se alcanzó la máxima densidad en noviembre. Sin embargo, es probable que dentro de estas aves existan organismos que aún no llegan hasta su sitio final de invernación, lo que posiblemente se reflejó en las densidades encontradas en el presente trabajo como una posterior disminución en los meses subsecuentes, esta idea se ve apoyada porque en San Ignacio, el sitio más sureño considerado, la mayor densidad ocurrió hasta enero.

En contraste con los resultados obtenidos en el trabajo presente, Kramer (1976) encontró la mayor cantidad de aves en marzo, lo que dicho autor relacionó con la llegada de gansos provenientes de sitios más sureños, asimismo mencionó que en noviembre se tuvo una llegada masiva de gansos, pero sin alcanzar los números registrados en la primavera. Las diferencias encontradas en los patrones de utilización de esta bahía pueden estar relacionadas con los cambios en las condiciones climáticas que se pueden presentar entre diferentes temporadas. Se ha indicado que el tamaño poblacional (éxito reproductivo) y los patrones de distribución



varían de acuerdo con la temperatura (Sedinger *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009).

En este contexto, de acuerdo con datos del índice de Oscilación Decadal del Pacífico (NOAA 2014; Anexo 2) en los años que Kramer (1976) llevó a cabo su estudio (1974-75) las condiciones climáticas fueron de transición de un régimen frío a uno cálido, mientras que en las fechas en que se realizó el presente estudio (2012-2013) las condiciones correspondieron a un régimen frío; por lo que estas diferencias pueden afectar el uso temporal de un mismo sitio de invernación. Ward *et al.* (2009) indicaron que durante las fases cálidas del índice de Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) la población invernante en la Península de Alaska es mayor y lo atribuyen a que con mayores temperaturas la capa de hielo temporal es menor y dura menos, lo cual permite a las aves costear la termorregulación con éxito y tener acceso al alimento; de hecho Mason *et al.* (2006) demostraron que el costo energético de invernar en Alaska es equivalente al del viaje migratorio, pero mencionaron que aquellas aves que invernán en Alaska tienen una mayor probabilidad de tener un mayor éxito reproductivo, ya que llegan antes a sus sitios de invernación, en comparación con aquellos gansos que realizan el vuelo migratorio hasta el noroeste mexicano. Por otro lado, se ha observado que durante las fases frías del PDO la población de gansos invernantes en Alaska disminuye, en probable relación con el alto costo energético que representa la termorregulación (Ward *et al.*, 2009).

Respecto al nivel de marea, en el trabajo presente no se observaron cambios en las densidades en Bahía San Quintín, lo que corresponde la idea de que los gansos no necesariamente cambian de zona cuando el nivel de marea limita el



acceso al alimento, sino que estas aves pueden cambiar de estrategia alimentaria, de tipo de alimento, o bien de actividad (Moore, 2002, Ladin, 2010, Molina, 2012). De hecho uno de los puntos de observación dentro de este humedal (Muelle Viejo) fue utilizado por los gansos como posadero y sitio de ingesta de granos de arena, útiles para la digestión, principalmente durante marea media bajando, en prácticamente todos los meses de trabajo.

No obstante Kramer (1976) indicó un efecto del nivel de marea en las densidades de los gansos en la bahía, observó que las aves realizaron movimientos locales dentro del humedal de tal forma que utilizaron diferentes sitios dentro de la bahía dependiendo del nivel de marea, de hecho notó que realizaron movimientos incluso hacia afuera de la laguna para descansar. En este trabajo se observaron parvadas que realizaron movimientos dentro de la bahía, aunque dichos movimientos no se reflejaron de manera significativa en las densidades, esto nuevamente puede relacionarse con la diferencia en las temperaturas en ambas temporadas, pues esta característica climática es determinante para la distribución del alimento (Orth *et al.*, 2006; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2013) y por tanto el comportamiento de las aves dentro de un mismo humedal (Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009).

8.1.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación.

La proporción de aves alimentándose y la frecuencia de alimentación encontradas en noviembre (altas en ambos casos) se relacionan con dos razones no excluyentes: (1) la llegada de los gansos provenientes de su único vuelo de migración de otoño, ya que se ha documentado que las aves pueden perder hasta



una tercera parte de su masa corporal al realizar dicho viaje (Derksen y Ward, 1993), lo que ocasiona que presenten una alta demanda energética, que se refleja en una alta frecuencia de alimentación y (2) es posible que en noviembre se hayan detectado aves que invernaron en humedales más sureños y que utilizaron Bahía San Quintín sólo como punto de reabastecimiento, por lo que sus necesidades energéticas se pudieron reflejar en una alta tasa de alimentación.

En contraste con los resultados obtenidos, Kramer (1976) encontró que el período en el que se tuvo una mayor actividad alimentaria por parte del ganso de collar en este sitio fue entre mediados de enero y mediados de febrero, período en el que las aves pasaron hasta el 87% de su tiempo alimentándose; dicho autor lo relaciona con la necesidad de adquirir la mayor cantidad de reservas y nutrientes para iniciar la migración primaveral temprana de algunos gansos hacia sus sitios de reproducción. De esta forma es probable que las aves de paso otoñal hayan estado mejor representadas en la presente investigación que en la temporada de estudio realizada por Kramer (1976), esto posiblemente relacionado con las condiciones climáticas propias de cada año (Crick, 2004; Sedinger *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2009).

Respecto al nivel de marea, en marea alta una parte de los gansos se alimentaron ramoneando hojas de *Z. marina* flotantes, conducta que se ha reportado con anterioridad en este humedal (Kramer, 1983; Simancas, 2013). Otra posible explicación de la actividad alimentaria (alta proporción de aves alimentándose y frecuencia de alimentación) encontrada en marea alta, no excluyente de la anterior, es que los gansos se alimentaron de plantas de marisma (*Salicornia* spp.). Tanto en este nivel como en marea media, las aves pueden nadar a través de los canales y



adentrarse en las marismas; es decir, los gansos tienen plasticidad en su dieta invernal en este humedal.

Durante la marea media es también probable que los gansos se hayan alimentado de hojas de *Z. marina* aún sujetas al sustrato, ya que gracias al gran tamaño de dichas hojas (47.5 cm, SEMARNAT, *en prensa*), durante marea media sus ápices quedan levantados y sumergidos a una distancia adecuada para que los gansos accedan a ellos mediante la estrategia ramoneo en sedimento fijo. Esta hipótesis se ve apoyada por la profusa utilización de esta última estrategia.

La disminución en la actividad alimentaria observada durante marea baja posiblemente se relacionó con una preferencia de las aves por realizar otras actividades como descansar, acicalarse o ingerir arena (Kramer, 1976; Ferson, 2007; Ladin, 2010), conductas que se observaron en el presente.

8.1.3. Estrategias de alimentación.

La preferencia de los gansos por alimentarse mediante ramoneo en sedimento fijo, seguido de ramoneo en superficie en Bahía San Quintín, la mayor parte de los meses, concuerda con las estrategias más utilizadas por la subespecie del Atlántico (*B. bernicla hrota*; Mather *et al.*, 1998).

Se ha sugerido que la preferencia del ganso de collar por la estrategia ramoneo en sedimento fijo se debe a que mediante ésta, el ave puede adquirir la planta de *Z. marina* completa (raíz y hojas) lo cual posiblemente le brinde al ave un mayor aporte nutricional (Mather *et al.* 1998); sin embargo, en el presente estudio no se observó a los gansos de collar alimentarse de raíces.



Mediante ramoneo en sedimento fijo los gansos se alimentaron de plantas de marisma (*Salicornia* spp.), ya que este recurso también es utilizado; el aprovechamiento de *Salicornia* spp., no se había reportado para San Quintín; aunque de forma general se ha indicado que otros humedales los gansos pueden mostrar plasticidad en su dieta durante su época no reproductiva (Ward, 1983; Moore, 2002; Moore *et al.*, 2004; Moore y Black, 2006; Ward *et al.*, 2004; Ferson, 2007; Ladin, 2010; Molina, 2012).

En nivel de marea alto se observó que una parte de los gansos se alimentaron ramoneando las hojas de *Z. marina* flotantes, mediante la estrategia superficie, la segunda más utilizada en este sitio; esta conducta ya fue previamente reportada para San Quintín (Kramer, 1976; Simancas, 2013). Asimismo se observó que mediante ramoneo en superficie las aves también se alimentaron de *Ulva* spp., de hecho en el presente estudio tanto esta macroalga como *Z. marina* fueron los principales recursos encontrados como alimento disponible a lo largo de los cinco meses de estudio y *Z. marina* fue uno de los alimentos principalmente en los contenidos estomacales de las aves de este lugar.

8.1.4. Alimento disponible

Dentro de los alimentos disponibles encontrados en Bahía San Quintín uno de los principales fue *Z. marina*, se ha indicado que sus hojas son de mayor longitud (47.5 cm) en comparación con los otros humedales utilizados por el ganso de collar en la península de Baja California (SEMARNAT, *en prensa*); en el estudio presente se notó que las hojas de *Z. marina* eran notoriamente más largas en este humedal que en los dos sitios más sureños, aunque no se tomaron las medidas. Además, en



este sitio *Z. marina* se distribuye principalmente en la zona intermareal (Cabello-Pasini *et al.*, 2003) y su distribución espacial y temporal permite a los gansos de collar invernantes en esta bahía acceder al recurso (Simancas, 2013). Así, los mantos de *Z. marina* representan un recurso importante para la dieta del ganso de collar en su estancia en este humedal, de hecho destacó como uno de los componentes principales de la dieta.

Se observó que *Ulva* spp. representó otro recurso importante y disponible para los gansos de collar. Aunque se ha registrado como una de las fuentes de alimento preferida por las aves ante la ausencia de *Z. marina* (Derksen y Ward, 1993; Rowcliffe *et al.*, 1998; Ganter, 2000; Ward *et al.*, 2004), en este estudio se encontró que los gansos consumieron *Ulva* spp. principalmente en mareas alta y media, pese a que también tenían acceso a los mantos de *Z. marina*. En contraste, se ha indicado que aunque se encuentren mantos de *Ulva* spp. accesibles para el ganso, las aves prefieren adquirir otros recursos disponibles (Ward, 1983; Moore, 2002; Ferson, 2007; Ladin, 2010). Su preferencia hacia *Ulva* spp. puede estar ligada al bajo costo energético de adquirirla, pues los gansos aprovecharon las algas flotantes; esta idea concuerda con la teoría del forrajeo óptimo, que menciona básicamente que se favorecerá el comportamiento que disminuyan los costos y aumenten los beneficios de la alimentación (Gutiérrez, 1998; Valdovinos *et al.*, 2010).

8.1.5. Dieta

Usualmente se da por hecho que *Z. marina* es el principal alimento del ganso de collar en invierno (Kramer, 1976; Derksen y Ward, 1993; Wilson y Atkinson, 1995; Ganter, 2000); sin embargo, se encontró que aunque *Z. marina* fue un componente



importante en Bahía San Quintín, las plantas de marismas *Salicornia* spp. lo superaron en la dieta del ganso, lo cual no ha sido reportado con anterioridad.

Se ha demostrado que los mantos de *Z. marina* distribuidos en Bahía San Quintín presentan mayor cantidad de carbohidratos y fibra, los mantos de esta pasto marino también muestran un mayor tamaño que aquellos que se encuentran en humedales más sureños (Cabello-Pasini *et al.*, 2004; SEMARNAT, *en prensa*) y finalmente su distribución es principalmente en la zona intermareal (Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Ward *et al.*, 2004), todo ello facilita su utilización y presumiblemente ocasionó que *Z. marina* fuese el alimento más frecuente en los contenidos estomacales analizados.

La ingesta de otros alimentos además de *Z. marina* en Bahía San Quintín posiblemente está relacionada con los altos niveles de perturbación que se presentan (Kramer, 1976; Simancas, 2013; SEMARNAT, *en prensa*), de hecho se ha indicado que en sitios perturbados los gansos se alimentan de noche o aumentan los periodos de alimentación sobre otros recursos, para cubrir sus demandas energéticas (Ladin, 2010). Los costos energéticos de la perturbación en sus sitios de invernación pueden reflejarse en una reducción del éxito reproductivo e incluso en aumentos en la mortalidad de las aves adultas (Kramer, 1976; Derksen y Ward, 1993; Purcell y Brodin, 2007; Ladin, 2010; Schamber *et al.*, 2012).

Otra posible explicación es que su preferencia se vea afectada por la aparente reducción de los mantos de *Z. marina* (López-Calderón *et al.*, 2010; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2013; Simancas, 2013); sin embargo, se ha indicado que pese a la reducción de los mantos y a la perturbación, Bahía San Quintín es un hábitat de alta calidad para la invernación del ganso de collar (Simancas, 2013).



8.2. LAGUNA OJO DE LIEBRE

8.2.1. *Densidad de aves*

Las densidades observadas en Laguna Ojo de Liebre sugieren que este humedal es utilizado como área de invernación y a inicios de temporada como sitio de paso, ya que las altas densidades encontradas en noviembre se relacionan con la llegada masiva de los gansos desde Laguna Izembek (última parada antes de realizar sus vuelos migratorios de otoño; Einarsen, 1965; Kramer, 1976; Derkesen y Ward, 1993). Sin embargo, la disminución en los meses posteriores posiblemente esté relacionada con la partida de algunos gansos a humedales más sureños; esta hipótesis se ve sustentada ya que las mayores densidades ocurrieron hasta la mitad de la época invernal (enero) en Laguna San Ignacio.

En contraste, Martínez (2009) encontró la mayor cantidad de gansos en diciembre e indica que Laguna Ojo de Liebre es un punto final de la migración de estas aves. Sin embargo, es importante recordar que los gansos pueden presentar variaciones en sus patrones de distribución, de acuerdo a la temperatura (Sedinger *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009), así según los datos del Índice de Oscilación Decadal del Pacífico (NOAA, 2014; Anexo II), la temporada en que dicho autor trabajó (2006-2007) correspondieron a un régimen cálido, mientras que en las fechas en que se realizó el presente estudio (2012-2013) las condiciones corresponden a un régimen frío; por lo que estas diferencias pueden afectar el uso temporal de un sitio de invernación como se describió anteriormente.

Con respecto al nivel de marea, las densidades encontradas en el presente trabajo concuerdan con lo observado anteriormente en este humedal (Martínez, 2009; Molina, 2012). Así, se ha indicado que los gansos no necesariamente cambian



de zona cuando el nivel de marea sube, como sucede con otros grupos de aves, principalmente playeros (Carmona *et al.*, 2003; Ayala-Pérez, 2008; Ayala-Pérez *et al.*, 2012), sino que los gansos pueden hacer frente al efecto del nivel de marea mediante cambios en las estrategias de alimentación, en el alimento aprovechado y en las actividades realizadas (e.g. nadar o acicalarse; Kramer, 1976; Ladin, 2010; Molina, 2012).

8.2.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación

Las variaciones en la proporción de aves alimentándose encontradas a lo largo de los cinco meses de observaciones probablemente estén relacionada con la amplia variedad de alimentos disponibles en la zona y su gran tamaño, es decir, los gansos pueden distribuirse en toda la laguna al tener diferentes recursos disponibles, por lo que la proporción de aves alimentándose, para puntos geográficos particulares, podría mantenerse estable a lo largo de su estancia. De hecho Molina (2012) encontró resultados similares para este humedal y menciona que las variantes encontradas pueden estar relacionadas los cambios temporales de los requerimientos energéticos de las aves.

Las variaciones de la frecuencia de alimentación con respecto a los meses de observación posiblemente reflejen dichos cambios. Las mayores frecuencias de alimentación ocurrieron a la llegada de las aves de su viaje migratorio otoñal, momento en el cual los gansos necesitan recuperar las reservas usadas durante su vuelo migratorio al sur (Derksen y Ward, 1993). Adicionalmente, si algunos individuos no han finalizado su viaje migratorio, necesitan, además de recuperarse, adquirir más reservas para finalizar su viaje a sitios más sureños.



En concordancia, al final de la época de invernación la frecuencia de alimentación de los gansos aumentó, lo cual indicó otro periodo de altos requerimientos energéticos, justo antes de iniciar su viaje migratorio de regreso hacia sus sitios de reproducción, pues parte de las reservas energéticas adquiridas en sus sitios de invernación son determinantes para el éxito reproductivo (Lindberg *et al.*, 2007; Schamber *et al.*, 2012). Acorde con esto, en Bahía Humboldt, sitio de descanso y recuperación en la migración al norte, los gansos se alimentan con una mayor frecuencia justo antes de iniciar su vuelo migratorio (Elkinton, 2013). Es decir las aves inician la adquisición de sus reservas energéticas desde sus sitios de invernación y las complementan en las diferentes escalas que realiza a lo largo de su viaje al norte (Derksen y Ward, 1993; Elkinton, 2013).

Con respecto al nivel de marea la proporción de aves alimentándose mostraron un patrón similar al previamente indicado para la zona (Martínez, 2009; Molina, 2012). En este humedal los gansos tienen una amplia gama de recursos disponibles (Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007; Molina, 2012) y *Z. marina* se distribuye principalmente en la zona submareal (Cabello-Pasini *et al.*, 2003), por lo que es prácticamente inaccesible para el ganso de collar, así las aves se alimentan de diferentes recursos y acceden a ellos mediante diferentes estrategias alimentarias y a diferentes niveles de marea, por lo que la marea tiene poco efecto en la proporción de gansos de collar alimentándose; ya que conforme el nivel cubre algunos recursos, las aves cambian de estrategia para acceder a otras fuentes de alimento o bien realizan otras actividades (Molina, 2012).

Sin embargo, en los resultados de frecuencia de alimentación encontrados se observó que la mayor intensidad se presentó en niveles de marea medias, posiblemente debido a que en estos niveles los gansos tienen acceso y se alimentan



de la variedad de recursos disponibles en la zona (Molina, 2012). Así los gansos de collar invernantes en Laguna Ojo de Liebre presentaron plasticidad en su dieta, la cual logran mediante cambios en la frecuencia de utilización de diferentes estrategias (Molina, 2012).

8.2.3. Estrategias de alimentación

La preferencia observada de los gansos por alimentarse mediante ramoneo en sedimento fijo, seguido de ramoneo en superficie en Laguna Ojo de Liebre la mayor parte de los meses, concuerda con registros previos realizados para este sitio (Molina, 2012). La predilección de los gansos hacia estas estrategias posiblemente está relacionada a que mediante ellas los gansos pueden adquirir la amplia variedad de alimentos disponibles en este humedal. Así, Molina (2012) mostró que mediante ramoneo en sedimento fijo las aves se alimentaron de *Ruppia maritima*, *Batis maritima* y *Spartina foliosa*, comportamiento que también se observó en el presente trabajo.

Respecto a la estrategia ramoneo en superficie, Molina (2012) indicó que mediante dicha estrategia los gansos se alimentaron de hojas de *Z. marina* flotantes, conducta previamente reportada para este humedal (Martínez, 2009). Sin embargo, en el presente estudio se observó que los gansos más bien adquirieron *Ulva* spp. mediante ramoneo en superficie, posiblemente ligado a la gran disponibilidad de este recurso a lo largo del periodo de estudio, aunque no se reflejó en los contenidos estomacales analizados, esta ausencia posiblemente relacionada con la digestibilidad de *Ulva* y/o con los sitios y niveles en que se realizó la recolecta de los organismos, pues en las observaciones se constató que los gansos se alimentaron



de este recurso durante marea alta y, por cuestiones logísticas, las aves se recolectaron en mareas media y baja.

Con relación al nivel de marea, los resultados encontrados en el presente estudio mostraron que si bien no hay un cambio en la frecuencia de utilización del ramoneo en sedimento fijo, conforme aumentó el nivel de marea aumentó también la frecuencia de utilización de ramoneo en superficie, lo cual puede relacionarse a cambios en los recursos utilizados (Molina, 2012). Molina (2012) encontró resultados similares a los observados en el presente estudio para este humedal, ya que indica que las aves compensaron el efecto del nivel de marea gracias a un cambio en las estrategias y alimento utilizado.

8.2.4. Alimento disponible

Se corrobora que Laguna Ojo de Liebre brinda una amplia variedad de recursos disponibles para la alimentación del ganso de collar durante su invernación (Molina, 2012), al considerar que en esta laguna *Z. marina* se distribuye principalmente en la zona submareal (Cabello-Pasini *et al.*, 2003) y los brotes ubicados en la zona intermareal son de menor tamaño (8 cm; SEMARNAT, *en prensa*), los gansos invernantes en este humedal utilizaron otros recursos disponibles para cubrir sus requerimientos energéticos.

Ruppia maritima fue uno de los principales recursos disponibles para el ganso de collar, además se corroboró que es uno de los principales alimentos consumidos por estas aves. Acorde con esto Molina (2012) encontró también que esta especie fue uno de los principales recursos usado por el ganso de collar durante su



invernación en Laguna Ojo de Liebre. Se ha indicado que esta especie ha aumentado su abundancia en el noroeste de México en los últimos años por lo que es considerada invasora (Santamaría-Gallegos *et al.*, 2001; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012). En concordancia *Ruppia maritima* es considerada como oportunista, ya que es capaz de colonizar grandes áreas en periodos de tiempo corto, por lo que si algún factor como perturbación o condiciones ambientales desfavorables limita el crecimiento de *Z. marina*, *R. maritima* es capaz de ocupar su lugar (Johnson *et al.*, 2003; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012).

Uno de los principales alimentos disponibles encontrados para Laguna Ojo de Liebre fue *Ulva* spp.; de hecho se observó un afloramiento de este recurso en la laguna, esto posiblemente relacionado con la temperatura. Se ha indicado que además de una alta concentración de nutrientes, la temperatura juega un papel importante en el crecimiento de este género (Pacheco-Ruíz *et al.*, 2003; Jorgensen *et al.*, 2010); de hecho, se ha indicado que la temperatura óptima para el desarrollo de *Ulva* spp. es de 18°C (Pacheco-Ruíz *et al.*, 2003). Así, en la temporada en que se realizó el presente estudio (2012-2013) se encuentra dentro de una época fría de acuerdo con datos del PDO (NOAA, 2014; Anexo II), lo que puede explicar, en parte, la biomasa de *Ulva* spp. observada; es importante resaltar que aunque no se encontró este recurso en los contenidos estomacales analizados, se observó que los gansos lo utilizaron principalmente durante marea alta.

8.2.5. Dieta

El componente principal de la dieta encontrado en el presente estudio para Laguna Ojo de Liebre (*Ruppia maritima*) contrasta con lo que se ha indicado



anteriormente respecto a la dieta del ganso de collar en sus sitios de invernación, ya que generalmente se asocia a esta ave con mantos de *Z. marina* (Einarsen, 1965; Kramer, 1976; Derksen y Ward, 1993; Reed *et al.*, 1998a; Mather *et al.*, 1998; Clausen, 2000; Ganter, 2000). De hecho se mostró que hacia 1960 el ganso de collar aumentó su distribución desde California hacia el noroeste de México aparentemente relacionado con reducciones en los mantos de *Z. marina* (Kramer, 1976; Ward, 1983; Derksen y Ward, 1993; Wilson y Atkinson, 1995; Ganter, 2000).

Sin embargo, en los últimos años se han observado cambios en la abundancia y distribución espacial de *Z. marina* en la península de Baja California, los cuales implican sustitución de mantos de esta fanerógama marina por *R. maritima* (López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012; SEMARNAT, *en prensa*); así, en la zona intermareal *R. maritima* representa un recurso disponible que es aprovechado por los gansos durante su estancia en este humedal (Molina, 2012).

Es importante señalar que aunque en los análisis de contenido estomacal realizados en el presente estudio no se encontró *Ulva* spp. en las observaciones realizadas se notó que los gansos aprovecharon este recurso. La ausencia de esta macroalga en el contenido estomacal posiblemente está relacionada con los sitios específicos y al nivel de marea en los que se capturaron las aves, pues el nivel de marea al cual se llevaron a cabo las recolectas fue bajo y se observó que los gansos se alimentaron de *Ulva* spp. principalmente durante marea alta.

Consecuentemente, el ganso de collar puede presentar plasticidad en su dieta en la época no reproductiva (Ward, 1983; Moore, 2002; Ward *et al.*, 2004; Molina,



2012); con base en el contenido estomacal analizado en el presente estudio se demostró dicha plasticidad en Laguna Ojo de Liebre.

8.3. LAGUNA SAN IGNACIO

8.3.1. *Densidad de aves*

Los resultados encontrados en este trabajo indicaron que Laguna San Ignacio fue utilizada como sitio de invernación por parte de los gansos de collar; acorde con esto, Ward (1983) encontró los mayores números en febrero; sin embargo Vázquez (2010) registró las mayores abundancias al inicio de la época invernal. Estas diferencias pueden estar relacionadas nuevamente a las condiciones de temperatura de cada temporada, como se ha mencionado anteriormente (Sedinger *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009).

De acuerdo con datos del Índice de PDO (NOAA, 2014, Anexo II) la temporada (1982-83), en la que trabajó Ward (1983), se encontró ubicada dentro de una época fría, mientras que la 2007-08) en que trabajó Vázquez (2010) las condiciones climáticas se ubicaron dentro de una época de transición entre un régimen frío y uno cálido y, como se menciona anteriormente, el presente estudio se llevó a cabo dentro de un período frío (2010-2011). La temperatura afecta la disponibilidad del alimento (Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007; Riosmena-Rodríguez, 2009; SEMARNAT, *en prensa*), lo cual a su vez afecta los patrones de utilización de estos humedales por parte de las aves (Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009).

Con respecto al nivel de marea, los resultados encontrados concuerdan con los observados por Ward (1983), quien menciona que las aves realizan movimientos



dentro de la laguna, en función del nivel de marea en busca de sitios donde alimentarse.

8.3.2. Aves alimentándose. Proporción y frecuencia de alimentación

Respecto a la alimentación (proporción de aves alimentándose y frecuencia de alimentación) del ganso de collar en Laguna San Ignacio indican un incremento en sus requerimientos energéticos previos a su viaje migratorio al norte (Reed *et al.*, 1998b; Moore, 2002; Moore *et al.*, 2004; Purcell y Brodin, 2007).

La actividad alimentaria mayor en marea baja de las aves, se relaciona con la preferencia por alimentarse en la zona intermareal (Einarsen, 1965; Kramer, 1976; Ward, 1983; Derksen y Ward, 1993; Mather *et al.*, 1998; Moore y Black, 2006), pues en ella se ubican mantos de *R. maritima* (de 10 cm; Kantrud, 1991) y *Z. marina* (de 8.5 cm; SEMARNAT, *en prensa*), principales recursos aprovechados por el ganso de collar durante su estancia en Laguna San Ignacio (Ward, 1983). Así, debido a que las longitudes de las plantas son menores, al incrementarse el nivel de marea estos recursos quedan inaccesibles para el ganso de collar.

Las aves vistas alimentándose en marea alta de hojas de *Z. marina* flotantes y/o de macroalgas (*Ulva* spp.), posiblemente traten de complementar sus requerimientos energéticos, lo cual ya se ha reportado con anterioridad para San Ignacio (Ward, 1983; Vázquez, 2010).



8.3.3. Estrategias de alimentación

Las principales estrategias utilizadas concuerdan con la disponibilidad del alimento (*R. maritima*, *Z. marina* y *Ulva* spp.; Ward 1983, Vázquez 2010). Así, mediante ramoneo en sedimento fijo, estas aves se alimentaron principalmente de *R. maritima* (Ward 1983), lo que enfatizó la plasticidad de la dieta del ganso de collar durante su invernación (Ward 1983, Ferson 2007, Ladin 2010, Molina 2012).

La preferencia de los gansos durante marea baja por ramoneo en sedimento fijo se debió a que con esta estrategia las aves pudieron adquirir *R. maritima* y *Z. marina* (Ward 1983, Kantrud 1991, López-Calderon 2012, SEMARNAT *en prensa*). En contraste en mareas media y alta las aves prefirieron mediante la estrategia superficie, pues con ella aprovecharon las hojas de *Z. marina* y las algas *Ulva* spp. flotantes (Ward 1983, Vázquez 2010), aunque la actividad alimentaria de los gansos fue mayor en marea baja.

8.3.4. Alimento disponible

Los principales alimentos disponibles encontrados en Laguna San Ignacio concuerdan con la distribución de los pastos marinos indicada anteriormente para este humedal. Se ha señalado que en la zona intermareal se encuentran mantos monoespecíficos y mixtos de *Zostera marina* y *Ruppia maritima* (Ward, 1983; Cabello-Pasini *et al.*, 2003; López-Calderón, 2012). De hecho se ha registrado una disminución en la extensión de los mantos de *Z. marina* de 11,630 ha en 1990 a 7,320 ha en 2005 (López-Calderón, 2012), así como cambios en la distribución de los mantos dentro de la laguna (Riosmena-Rodríguez, 2009; López-Calderón *et al.*,



2010; López-Calderón, 2012); las causas pueden ser varias, una de las más probables es la temperatura ya que *Z. marina* presenta intervalos restringidos (10° a 20°C), por lo que el aumento en la temperatura superficial del mar debido al cambio climático (Ward *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009) afecta negativamente a los mantos de *Z. marina* (López-Calderón, 2012).

Dentro de los resultados del estudio presente sobresale que *R. maritima* tomó particular importancia tanto por la biomasa observada como en la dieta del ganso de collar, de hecho esta especie ha aumentado su abundancia y extensión en Laguna San Ignacio (Riosmena-Rodríguez, 2009; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012), ya que se mencionó que es una especie considerada oportunista y más resistente a temperaturas elevadas (Kantrud, 1991; Johnson *et al.*, 2003; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012).

8.3.5. Dieta

Los resultados encontrados concuerdan con lo reportado por Ward (1983), quien mencionó que el principal alimento del ganso de collar en este humedal fue *Ruppia maritima* y lo relacionó con la disponibilidad y accesibilidad del recurso, pues los mantos abundaron en la zona intermareal (Riosmena-Rodríguez, 2009; López-Calderón *et al.*, 2010).

La preferencia de los gansos de collar por *R. maritima* puede estar ligada, además de la disponibilidad de los mantos, al valor nutricional que esta especie le brinda, ya que Ward (1983) encontró que *R. maritima* aportó un mayor contenido protéico que *Z. marina* en este humedal. Lo anterior es interesante, pues



generalmente se asocia a los gansos con *Z. marina* durante su invernación (Einarsen 1965, Kramer 1976, Derksen y Ward 1993, Wilson y Atkinson 1995, Ganter 2000); sin embargo, en San Ignacio los mantos de *Z. marina* se encuentran distribuidos principalmente en la zona submareal (Ward 1983, Cabello-Pasini *et al.* 2003), de hecho Ward (1983) los ubica principalmente a 5 m de profundidad, mientras que López-Calderón (2012) menciona que se encuentran principalmente a no más de 10m; esta distribución limita el acceso de los gansos de collar a este recurso.

Además de *R. maritima* y *Z. marina* en los contenidos estomacales también se encontró *Spartina foliosa*, esta variedad de recursos demuestran la plasticidad de la dieta mencionada en este humedal en particular (Ward 1983) y en otras zonas de invernación y paso migratorio (Moore, 2002; Moore *et al.*, 2004; Moore y Black, 2006a; Ward *et al.*, 2004; Ferson, 2007; Ladin, 2010; Molina ,2012).

8.4. COMPARACIÓN ENTRE HUMEDALES

8.4.1. Densidad de aves

Las densidades de los tres humedales estudiados son complementarias, pues en los sitios norteños (San Quintín y Ojo de Liebre), los máximos se presentaron en noviembre, mientras que en San Ignacio se registraron en enero. Como se mencionó con anterioridad San Quintín y Ojo de Liebre pueden ser tanto puntos finales de invernación, como sitios de recuperación para aves que viajarán hacia humedales más sureños como San Ignacio o aún más como Bahía Magdalena (Zárate *et al.*, 2006).



Llaman la atención los cambios temporales en los patrones de uso, así Kramer (1976) indicó que aunque en noviembre se observaron llegadas masivas de gansos a San Quintín, la mayor cantidad ocurrió en marzo, lo que se explica hipotetizando la llegada de aves sureñas; posteriormente Ward (1983) registró los mayores números en febrero para San Ignacio e indica que este humedal es utilizado como punto final (invernada).

Los resultados obtenidos con respecto al nivel de marea demuestran que las densidades son afectadas de acuerdo a las características propias de cada sitio, tanto por el alimento disponible como la topografía propia de cada zona. Así en San Quintín y en Ojo de Liebre las aves no se mueven al cambiar el nivel de marea, cambian la estrategia y recurso aprovechado, o bien realizan otras actividades, conductas que han sido reportadas para ambos humedales con anterioridad (Kramer, 1976; Molina, 2012). Para San Quintín se ha demostrado que cuando las aves no se están alimentando pasan buena parte de su tiempo acicalándose, nadando y descansando (Kramer, 1976); además se identificó uno de los sitios de ingesta de granos de arena. Adicionalmente y en concordancia con lo aquí encontrado en Ojo de Liebre, los aves logran una independencia con respecto al nivel de marea mediante un cambio en las estrategias de alimentación y en los recursos aprovechados (Molina, 2012).

En contraste, para San Ignacio la densidad de gansos mostró un claro efecto por nivel de marea, lo cual indica movimientos locales, tal como se reportó previamente (Ward, 1983), estos movimientos están asociados a la búsqueda de sitios de alimentación.



8.4.2. *Aves alimentándose*

La actividad alimentaria (proporción de aves alimentándose y frecuencia de alimentación) encontrada para cada uno de los sitios está también relacionada con las características intrínsecas de cada humedal, además reflejó los cambios temporales en los requerimientos energéticos que tienen estas aves (Derksen y Ward, 1993; Lindberg *et al.*, 2007; Schamber *et al.*, 2012).

8.4.3. *Estrategias de alimentación*

En los tres sitios, dos fueron las estrategias más utilizadas (ramoneo en sedimento fijo y en superficie), dado que mediante estas los gansos pueden adquirir los diferentes alimentos disponibles en los tres humedales. Al menos para Ojo de Liebre el predominio en el uso de estas estrategias fue indicado recientemente (Molina, 2012).

El nivel de marea afectó directamente la frecuencia de utilización de las estrategias en los tres humedales de estudio; sin embargo, el cambio en las estrategias utilizadas de acuerdo al nivel de marea fue el mismo en los tres sitios de estudio, es decir, las aves cambiaron de ramoneo en sedimento fijo a superficie conforme aumentó el nivel de marea. Molina (2012) encontró resultados similares para Ojo de Liebre, donde en mareas baja y media las aves se alimentaron mediante ramoneo en sedimento fijo y conforme aumentó la marea, los gansos utilizaron preferentemente la estrategia ramoneo en superficie. Se ha reportado para los tres sitios que durante mareas media y alta los gansos se alimentan ramoneando



recursos flotantes (Kramer, 1976; Ward, 1983; Martínez, 2009; Vázquez, 2010; Molina, 2012), lo que se corroboró en este trabajo.

8.4.4. *Alimento disponible*

Los alimentos encontrados y usados por el ganso de collar en los tres sitios contrastan con la idea de que la especie presenta una conducta trófica especialista durante su época no reproductiva (Einarsen, 1965; Kramer, 1976; Derksen y Ward, 1993; Wilson y Atkinson, 1995; Ganter, 2000), es probable que la aparente disminución en los mantos de *Z. marina* en el noroeste de México (López-Calderón *et al.*, 2010; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2013) condicionan a una dieta más generalizada

Un factor determinante en los recursos disponibles para el ganso de collar es la temperatura, dado *Z. marina* prefiere aguas frías (10 a 20°C; Nejrup y Pedersen, 2008), por lo que los períodos de condiciones climáticas cálidas afectan negativamente su distribución y abundancia (Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2013). En contraste, se ha indicado la creciente importancia de *R. maritima* en el noroeste del país (Riosmena-Rodríguez, 2009; López-Calderón *et al.*, 2010), la cual compete con *Z. marina* (Johnson *et al.*, 2003; López-Calderón *et al.*, 2010; López-Calderón, 2012); así dadas las condiciones cálidas, *R. maritima* fue la especie más abundante en el presente estudio para Ojo de Liebre y San Ignacio.



8.4.5. Dieta

San Quintín fue el único humedal donde *Zostera marina* fue el principal alimento, lo que se relaciona con la distribución y abundancia del recurso (Cabello-Pasini *et al.*, 2004); sin embargo, aún en este sitio las plantas de marisma (*Salicornia* spp.) fueron importantes en la dieta de las aves. Por otro lado en Ojo de Liebre y San Ignacio el principal alimento (*Ruppia maritima*) concordó con reportes previos (Ward, 1983; Molina, 2012). De hecho, Ward (1983) reportó que los gansos de collar invernantes en Laguna San Ignacio se alimentaron preferentemente de este recurso, pese a que *Z. marina* estuvo disponible. Por último, en Ojo de Liebre las aves aprovecharon la variedad de recursos que oferta este humedal, en concordancia con reportes previos (Molina, 2012).

8.4.6. Comparación de pesos

Los pesos encontrados para las hembras recolectadas en el estudio presente (enero) (1,215 g promedio en los tres sitios) fueron menores a los que se han reportado previamente para San Quintín en enero; Mason *et al.* (2007) encontraron un peso promedio de 1,442 g y Lewis *et al.* (2013) 1,396 g. Sin embargo, el peso promedio de los machos adultos aquí reportado (1,540 g) fue similar al indicado por Lewis *et al.* (2013; 1,519 g). El peso heterogéneo de las hembras entre temporadas, posiblemente esté relacionado con las condiciones climáticas y la energía que invierten en la producción de huevos, pues se ha indicado que la variación en dichas condiciones afecta las temporadas de reproducción (Sedinger *et al.*, 1995; Sedinger *et al.*, 2004; Lewis *et al.*, 2013), así es posible que en la temporada en que se realizó este trabajo las hembras hayan iniciado el desarrollo de los óvulos de manera



temprana. De hecho, en los ejemplares recolectados se observó que las hembras se encontraban en diferentes etapas del desarrollo ovárico, algunas en etapas avanzadas.

Resalta la semejanza en los pesos entre los tres sitios tanto de hembras como de machos adultos y juveniles, pese a que los alimentos observados en los análisis de contenido estomacal fueron diferentes; sin embargo, los mismos pesos no son necesariamente sinónimo de misma condición nutricional. Por lo que es necesario realizar trabajos enfocados a determinar el contenido nutricional de los alimentos en los tres humedales y complementarlos con estudios de sobre el estado de salud de los gansos, sobretodo antes de su partida, para de esta manera identificar la calidad de los hábitat y la importancia de los recursos presentes en cada sitio. Es importante recalcar la necesidad de estos estudios ya que como se ha mencionado, las reservas energéticas adquiridas durante la época de invernación son determinantes en los éxitos reproductivos y por ende en el tamaño poblacional de la especie (Lindberg *et al.*, 2007; Schamber *et al.*, 2012).

8.4.6.1. *Presencia de parásitos*

Pese a que originalmente no existía un objetivo respecto a los parásitos del ganso de collar, su notoria presencia obliga a una mínima discusión. San Quintín mostró la menor presencia de parásitos, contrario al hecho de que es un sitio con altos índices de contaminación directa e indirecta, en comparación con otros humedales utilizados por el ganso de collar en la península de Baja California (SEMARNAT *en prensa*), por lo que se esperaría lo contrario.



En este humedal se tienen problemas de eutrofización, contaminación por agroquímicos y metales pesados provenientes de los campos agrícolas aledaños a esta bahía (SEMARNAT *en prensa*). Estos contaminantes han sido directamente relacionados con la mortalidad de aves, enfermedades emergentes e impedimento de comportamiento y alimentación, factores que, al menos en hipótesis, afectan directamente a los gansos (SEMARNAT *en prensa*). Sin embargo, es probable que la tasa de recambio de agua que presenta San Quintín (Monreal 1980 en Calderón-Aguilera 1992), así como una alta diversidad y abundancia de organismos filtradores, permitan al sistema controlar los niveles de eutrofización (Calderón-Aguilera 1992). En suma San Quintín ofrece un hábitat aparentemente “sano” para la invernación del ganso de collar, lo que se reflejó dentro de los resultados encontrados en el estudio presente en un índice de parasitismo bajo.

La mayor presencia de endoparásitos en Ojo de Liebre y San Ignacio es difícil de explicar, pues se trata de sitios menos perturbados que San Quintín, es importante resaltar que la presencia de parásitos en los anátidos es común (Fried y Franson 1999, Mercado-Reyes *et al.* 2010) y está determinada por una amplia gama de factores ambientales, entre los que destacan la eutrofización y contaminación del agua (Wobser 2007). Una probable explicación es que las aves lleguen a Ojo de Liebre y San Ignacio ya parasitadas, es necesario realizar estudios sobre la identificación y efectos del parasitismo en los gansos de collar invernantes en la península de Baja California.



9. CONCLUSIONES

Bahía San Quintín y Laguna Ojo de Liebre fueron utilizadas por aves de paso hacia humedales más sureños; en contraste, Laguna San Ignacio fue preferentemente usada como sitio final de la invernación, lo que se relaciona con la posición geográfica de los humedales.

La proporción de aves alimentándose y la frecuencia de alimentación encontradas en los tres humedales son reflejo de los cambios en los requerimientos energéticos, desde la llegada de los gansos hasta su partida al norte a sus sitios de reproducción. El nivel de marea afectó la actividad alimentaria de acuerdo a las características propias de cada sitio; para compensar el efecto de la marea las aves cambiaron de actividad, estrategia y/o de alimento.

Las principales estrategias alimentarias utilizadas a lo largo del presente estudio en los tres sitios fueron ramoneo en sedimento fijo y ramoneo en superficie, con ellas, los gansos lograron hacer frente el efecto del nivel de marea, sin invertir energía adicional en movimientos locales.

Los humedales estudiados ofertan diferentes alimentos para el ganso de collar durante su invernación, estos varían de acuerdo con las características de cada sitio y a las condiciones ambientales interanuales.

En este estudio encontró una plasticidad en la dieta de los gansos de collar durante su invernación; las aves aprovechan los recursos disponibles en cada uno de los humedales y no están ligados únicamente a *Zostera marina*, como se ha mencionado con anterioridad por otros autores.



Finalmente, los hábitos alimentarios de los gansos de collar invernantes en Bahía San Quintín, Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio se ven afectados tanto por la marea, recursos disponibles, condiciones ambientales y características intrínsecas de cada uno de los humedales. La dieta del ganso de collar es variada de acuerdo a cada sitio por lo que no debe ser considerada como una especie especialista por lo que la conservación de su hábitat no se debe limitar a los mantos de *Z. marina*.



10. SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

Realizar la cuantificación de sus actividades durante la noche e integrarlas a un modelo de comportamiento de 24 horas.

Efectuar un estudio sobre la distribución del tiempo entre las diferentes actividades que realizan los gansos de collar, es decir, cuánto tiempo dedica a cada actividad.

Evaluar el efecto de perturbación así como el gasto energético que representa entre las tres zonas, una de cacería y dos donde esta actividad no es permitida.

Analizar los hábitos alimentarios de los gansos de collar invernantes en Bahía Magdalena.

Identificación de los parásitos encontrados en los tractos de las aves recolectadas, así como la evaluación de la etapa del ciclo de vida en que se encuentran.

Realizar un análisis toxicológico de las aves en los tres humedales de estudio.

Análisis nutricional de los componentes de la dieta del ganso de collar en cada uno de los sitios, con la finalidad de identificar cual aporta más nutrientes en cada sitio.

Realizar un análisis del estado de salud de los gansos durante su invernación en la península que incluya estudios sobre condición nutricional de las aves.

Efectuar estudios histológicos sobre las etapas de desarrollo gonádico en las que se encuentran los gansos invernantes en la península.



11. LITERATURA CITADA

- Abella J.L. 2009. *Efectos de la herbivoría de las brantas y los florecimientos algales en la comunidad de Zostera marina*. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 84 p.
- Abbott I.A. y E.Y. Dawson. 1978. *How to know the seaweeds*. Segunda Edición. The Pictured Key Nature Series. W.C. Brown Company Publishers. Estados Unidos. 141p.
- Aguilar-Rosas R., M. López-Carrillo y L.E. Aguilar-Rosas. 2005. Macroalgas marinas de la bahía de San Quintín, Baja California, México. *Publibotanica*. 19:19-38.
- Álvarez B.S. y G.A. Granados. 1992. Variación espacio-temporal de temperatura en un hábitat de invierno de la ballena gris: Laguna Ojo de Liebre. *Ciencias Marinas* 18(1): 151-165.
- American Ornithologists Union. 1998. *Check List of Northamerican Birds*. Allen Press. Estados Unidos. 829 pp.
- Ayala-Pérez V. 2008. *Uso de un ambiente natural y uno artificial en relación al nivel de marea por las aves playeras (Charadrii) en Guerrero Negro, BCS., México*. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 69 p.
- Ayala-Pérez V., R. Carmona y N. Arce. 2012. *Efecto de la Marea en el uso de Diferentes Zonas por las Aves Playeras: Comparación entre un humedal natural y uno artificial en Guerrero Negro, Baja California Sur, México*. Editorial Académica Española. 73 p.
- Bellrose F.C. 1980. *Ducks, geese and swans of North America*. Stackpole Books, Harrisburg. 540 p.
- Cabello-Pasini A., R. Muñoz-Salazar y D. Ward. 2003. Annual variations of biomass and photosynthesis in *Zostera marina* at its end of distribution in the North Pacific. *Aquatic botany*. 76:31-47.
- Cabello-Pasini A., R. Muñoz-Salazar y D. Ward. 2004. Caracterización bioquímica del pasto *Zostera marina* en el límite sur de su distribución en el Pacífico Norte. *Ciencias Marinas* 30(1A): 21-34.
- Calderón-Aguilera L. E. 1992. Análisis de la infauna béntica de la bahía San Quintín, Baja California, con énfasis en su utilidad en la evaluación de impacto ambiental. *Ciencias Marinas*. 18(4):27-46.



- Carabias J., E. Provencio, J. de la Maza, D. Gutiérrez, M. Gómez y V. Sánchez. 2000. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno*. Instituto Nacional de Ecología. Desarrollo Gráfico Editorial. México. 243 p.
- Carmona R. y G. Danemann. 1998. Distribución espaciotemporal de aves en la salina de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 24: 389-408.
- Carmona R., A. Álvarez, A. Cuellar-Brito y M. Zamora-Orozco. 2003. Uso estacional de dos áreas, marina y dulceacuícola, por aves playeras en función del nivel de marea, en Baja California Sur, México. *Ornitología Neotropical*.14: 201-214.
- Clausen P. 2000. Modelling water level influence on habitat choice and food availability for *Zostera* feeding brent geese *Branta bernicla* in non-tidal areas. *Wildlife Biology*. 6:75-87.
- Contreras-Gil J., E. Mellink, M.C. Alcalá-Álvarez, R. Martínez-Gallardo y M.L. Camarena-Ojinaga. 2010. Estado de la cacería deportiva como una alternativa económica de diversificación para el municipio de Ensenada, Baja California. *Investigación ambiental* 2(1):65-74.
- Crick H.Q.P. 2004. The impact of climate change on birds. *Ibis*. 146(1):48-56.
- Danemann G.D. 1991. *Amplitud y sobreposición de nichos ecológicos de aves ictiófagas anidantes en la Isla Ballena, Laguna San Ignacio, B. C. S.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 92 p.
- Danemann, G.D. 1994. *Biología reproductiva del águila pescadora (Pandion haliaetus) en Isla Ballena, Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politecnico Nacional 73 p.
- De la Cruz-Agüero J., M. Arellano Martínez y Cota-Gómez V.M. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las Lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S. México. *Ciencias Marinas* 22(1): 111- 128
- Derksen D.V. y D.H. Ward. 1993. *Life History and Habitat Needs of the Black Brant. Waterfowl Management Handbook*. U.S. Fish & Wildlife Service. University of Nebraska. Estados Unidos. 6 p.
- Díaz-Carbadillo P.L. 2011. *Hábitos alimenticios de juveniles de la raya tecolote Rhinoptera steindachneri (Evermann y Jenkins 1982) en el Golfo de Tehuantepec*. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. 78 p.



- Druehl L. 2007. *Pacific Seaweeds. A guide to common seaweeds of the west coast*. Tercera Edición. Harbour Publishing. Estados Unidos. 190 p.
- Einarsen A.S. 1965. *Black brant: sea goose of the Pacific coast*. Univ. Washington, Seattle. 142 p.
- Elkinton E. 2013. *Foraging and energy acquisition by black brant (*Branta bernicla nigricans*) on south Humboldt Bay, California*. Tesis de Maestría. The Faculty of Humboldt State University. 65 p.
- Ferson S.L. 2007. *Manipulation of food quality and quantity by Black Brant geese*. Tesis de Maestría. Humboldt State University. 61p.
- Fried, M., y J.C. Franson. 1999. *Field manual of wildlife diseases: General field procedures and diseases of birds*. US Geological Service, Biological Resources Division, Washington, D. C. 424 p.
- Ganter B. 2000. Seagrass (*Zostera spp.*) as food for brent geese (*Branta bernicla*): an overview. *Helgol Mar Res* 54: 63-70.
- Green E.P. y Short F.T. 2003. *World Atlas of seagrasses*. University of California Press. Estados Unidos. 288 p.
- Gutiérrez G. 1998. Estrategias de forrajeo. En: R. Ardila, W. López, A.M. Pérez, R. Quiñones y F. Reyes (eds.). *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento*. Librería Nueva. Madrid. 359-381.
- Gutiérrez-Galindo E.A. y A. Muñoz-Barbosa. 2003. Variabilidad geográfica de la concentración de Hg, Co, Fe y Ni en mejillones *Mytilus Californianus* (Conrad 1837) de la costa de Baja California. *Ciencias Marinas* 29(1):21-34.
- Hassall M. y S.J. Lane. 2005. Partial feeding preferences and the profitability of winter-feeding sites for brent geese. *Basic and Applied Ecology* 6: 559-570.
- Hemminga M.A. y C.M. Duarte. 2004. *Seagrass ecology*. Cambridge University Press. Estados Unidos. 292 p.
- Hernández-Aguilar S.B. 2012. *Ecofisiología de la reproducción del pez vela Istiophorus platypterus en el océano Pacífico mexicano*. Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional. 194 p.
- Hillson C.J. 1982. *Seaweeds. A color-coded, illustrated guide to common marine plants of the east coast of the United States*. Segunda edición. Keysone Books. The Pennsylvania State University. 194 p.



- Howell S. N. G. y S. Webb. 1995. *A Guide to Birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press. Estados Unidos. 851p.
- Howes J. y D. Bakewell. 1989. *Shorebird studies manual*. Publicación AWB. No. 55. Malasia. 361 p.
- Jefferies R.L. y R.H. Drent. 2006. Arctic geese, migratory connectivity and agricultural change: calling the sorcerer's apprentice to order. *Ardea* 94 (3): 537–554.
- Johnson M.R., S.L. Williams, C.H. Lieberman y A. Solbak. 2003. Changes in abundance of the seagrasses *Zostera marina* L. (eelgrass) and *Ruppia maritima* L. (widgeongrass) in San Diego, California, following an El Niño event. *Estuaries*. 26(1): 106-115.
- Jorgensen P., S.E. Ibarra-Obando y J.D. Carriquiry. 2010. Management of natural *Ulva* spp. Blooms in San Quintin Bay, Baja California: Is it justified? *Journal of Applied Phycology*. 22: 549-558.
- Kantrud H. A. 1991. Widgeongrass (*Ruppia maritima* L.): a literature review. *Fish Wildlife Res.* 10:1–58.
- Kramer G.W. 1976. *Winter ecology of black brant at San Quintin Bay. Baja California, México*. Tesis de Maestría. Humboldt State University of Arcata, California, USA. 78 p.
- Kuo J. y C. den Hartog. 2006. *Seagrass taxonomy and identification key*. Capítulo 2 en: F.T. Short y R.G. Coles (eds.) *Global seagrass research methods*. Elsevier Science B.V. Holanda. 468 p.
- Ladin Z.S. 2010. *Bioenergetics and food use of wintering and staging atlantic brant*. Tesis de Maestría. University of Delaware. 85 p.
- Lee, D.E., J.M., Black, J.E., Moore y J.S., Sedinger. 2007. Age-specific stopover ecology of black brant at Humboldt Bay, California. *The Wilson Journal of Ornithology* 119 (1): 9-22.
- Lewis T.L., D.H. Ward, J.S. Sedinger, A. Reed y D.V. Derksen. 2013. Brant (*Branta bernicla*). The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.) Cornell Lab of Ornithology. The Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/337>.



- Lindberg M.S. y J.S. Sedinger. 1998. Ecological significance of brood-site fidelity in black brant: spatial, annual, and age-related variation. *The Auk*. 115(2):436-446.
- Lindberg M.S., J.S. Sedinger, D.V. Derksen y R.F. Rockwell. 1998. Natal and breeding philopatry in black brant, *Branta bernicla nigricans*, metapopulation. *Ecology*. 79(6):1893-1904.
- Lindberg M.S., A. Ward, L. Tibbitts y J. Roser. 2007. Winter movement dynamics of black brant. *Journal of Wildlife Management*. 71: 534-540.
- Lopez-Calderon J., Riosmena-Rodríguez R., Rodríguez-Baron J. M., Carrión-Cortez J., Torre J., Meling-López J., Hinojosa-Arango G., Hernández-Carmona G. y García-Hernández J., 2010. Outstanding appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur, México and its influence in trophic networks. *Marine Biodiversity* 40, 293-300.
- López-Calderón, J. 2012. *Áreas críticas para la conservación de Zostera marina en las lagunas costeras del noroeste de México*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 142 p.
- Mallek E., J. Wortham y B. Eldridge. 2010. *U.S. Fish and Wildlife Service. Winter Waterfowl Survey. México Coast and Baja California*. Estados Unidos.13 p.
- Martínez I. 2009. *Distribución y abundancia del Ganso de collar (Branta bernicla nigricans) en el complejo laguna Guerrero Negro-Ojo de Liebre-ESSA, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 86 p.
- Martínez I., R. Carmona, D.H. Ward y G. D. Danemann. 2013. Patrones de uso de sitios naturales y artificiales por *Branta bernicla nigricans* (Anseriformes: Anatidae) en Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 61 (2): 927-935.
- Mason D.D., P.S. Barboza y D.H. Ward. 2006. Nutritional condition of Pacific Black Brant Wintering at the extremes of their range. *The Condor* 108(3): 678-690.
- Mason D.D., P.S. Barboza y D.H. Ward. 2007. Mass dynamics of wintering Pacific Black Brant: body, adipose tissue, organ, and muscle masses vary with location. *Canadian Journal of Zoology*. 85: 728-736.
- Mather R.G., W.I. Montgomery y A.A. Portig. 1998. Exploitation of intertidal *Zostera* species by brent geese (*Branta bernicla hrota*): why dig for your dinner? *Biology and Environment*. 3: 147-152.



- Mercado-Reyes M., S. Angulo-Castillo, F. Clemente-Sánchez, A. Hernández-Llamas, J.I. Gonzáles-Rojas, E. López-Torres y P. Tavizón-García. 2010. Presencia de helmintos en el pato triguero (*Anas platyrhynchos diazi*). *Agrociencia*. 44(8): 931-939.
- Molina F.D. 2012. *Efecto del nivel de marea en la abundancia, frecuencia y técnicas de alimentación del ganso de collar (Branta bernicla nigricans) en la laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 81 p.
- Moore J.E. 2002. *Distribution of spring staging black brant Branta bernicla nigricans in relation to feeding opportunities on south Humboldt Bay, California*. Tesis de Maestría. The Faculty of Humboldt State University. 91 p.
- Moore J.E., M.A. Colwell, R.L. Mathis y J.M. Black. 2004. Staging of Pacific flyway brant in relation to eelgrass abundance and site isolation, with special consideration of Humboldt Bay, California. *Biological Conservation* 115: 475-486.
- Moore J.E. y J. M.Black. 2006. Slave to tides: spatiotemporal foraging dynamics of spring staging black brant. *The Condor* 108: 661-677.
- Moore J.E. y J.M. Black. 2006a. Historical changes in black brant *Branta bernicla nigricans* use on Humboldt Bay, California. *Wildlife Biology*. 12: 151-162.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. *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 30 de diciembre de 2010. México, D.F. 78 p.
- Ochoa-Izaguirre M.J., R. Aguilar-Rosas y L.E. Aguilar-Rosas. 2007. *Catálogo de macroalgas de las lagunas costeras de Sinaloa. Serie Lagunas Costeras de Sinaloa*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 117p.
- Orth R., M.C. Harwell, E.M. Bailey, A. Bartholomew, J.T. Jawad, A.V. Lombana, K.A. Moore, J.M. Rhode y H.E. Woods. 2000. A review of issues in seagrass seed dormancy and germination: implications for conservation and restoration. *Marine Ecology* 200: 277-288.
- Orth R. J., T. J. Carruthers, W. C. Dennison, C. M. Duarte, J. W. Fourqurean, K. L. Heck, R. A. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, S. Olyarnik, F. T. Short, M. Waycott y S. L. Williams. 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*. 56(12):987-996.



- Pacheco-Ruíz I., F. Becerril-Bobadilla, J.A. Zertuche-González, A. Chee-Barragán, A. Gálvez-Telles y R. Blanco-Betancourt. 2003. Effects of El Niño on beds of *Ulva lactuca* along the northwest coast of the Gulf of California, México. *Geofísica Internacional*. 42(3): 447-453.
- Pérez-Lloréns' J.L. y F.X. Niell. 1993. Efecto de la salinidad en la liberación foliar de fosfato por la fanerógama acuática *Zostera noltii* Hornem. De las marismas del Río Palmones (Cádiz, España). *Limnética* 9: 29-35.
- Phillips R.C., N.A. Milchakova y V.V. Alexandrov. 2006. Growth dynamics of *Zostera* in Sevastopol Bay (Crimea, Black Sea). *Aquatic Botany* 85: 244-248.
- Poisbleau M., H. Fritz, M. Valeix, P.Y. Perroi, S. Dalloyau y M.M. Lambrechts. 2006. Social dominance correlates and family status in wintering dark-bellied brent geese, *Branta bernicla bernicla*. *Animal Behaviour*. 71: 1351-1358.
- Poisbleau M., N. Guillon y H. Fritz. 2010. Preservation of winter social dominance status in Brent Geese *Branta benicla bernicla* within and across winters. *J. Ornithol.* 151: 737-744.
- Purcell J. y A. Brodin. 2007. Factors influencing route choice by avian migrants: A dynamic programming model of Pacific brant migration. *Journal of Theoretical Biology* 249: 804–816.
- Reed A., D.H. Ward, D.V. Derksen y J.S. Sedinger. 1998a. *Brant (Branta bernicla), the birds of North America Online* (A. Poole, Ed). Ithaca: Cornell lab of ornithology, retrived from the birds of North America Online.
- Reed E.T., E.G. Cooch, R.I. Goudie y F. Cookie. 1998b. Site fidelity of Black Brant wintering and spring staging in the strait of Georgia, British Columbia. *The Condor* 100: 426-437.
- Riosmena-Rodríguez R. 2009. *Praderas de pastos marinos en Laguna San Ignacio, B.C.S. y áreas adyacentes: Una evaluación de hábitats críticos y conservación de especies protegidas*. Reporte técnico para el programa. Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program. 30p.
- Riosmena-Rodríguez R., R. Muñoz-Salazar, J. López-Calderón, J. Torre-Cosío, A. Meling, S.L.Talbo, G. K. Sage, D.H. Ward y A. Cabello-Pasini. 2013. Capítulo 2. Conservation status of *Zostera marina* populations at Mexican Pacific. En: Daniels J.A. (eds.). *Advances in Environmental Research*. Vol 27. Nova Science Publishers Inc. 35-63 p.



- Rohwer F.C. y M.G. Anderson. 1998. Female-biased philopatry, monogamy, and the timing of pair formation in migratory waterfowl. *Current Ornithology* 5:188-214
- Rosales J.A. 2004. Composición, importancia y movimiento de los peces de Bahía San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas* 30(1A): 109-117.
- Rowcliffe J.M., A.R. Watkinson y W.J. Sutherland. 1998. Aggregative responses of brent geese on salt marsh and their impact on plant community dynamics. *Oecología* 114: 417-426.
- Rzedowsky J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Santamaría-Gallegos N.A., R. Riosmena-Rodríguez y J.L. Sánchez-Lizaso. 2001. *Las praderas de Zostera marina L. en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, México*. I Jornadas Sobre Reservas Marinas, 135-146.
- Santamaría-Gallegos N.A., E.F. Félix-Pico, J.L. Sánchez-Lizaso y R. Riosmena-Rodríguez. 2007. *Ecología de la fanerógama Zostera marina en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas* en: Funes R., J. Gómez y R. Palomares. 2007. Estudios Ecológicos de Bahía Magdalena. Instituto Politécnico Nacional. México. 101-112 p.
- Saunders, G. B. y Saunders D. Ch. 1981. *Waterfowl and their Wintering Grounds in México, 1937-64*. Fish and Wildlife Service. U. S. Department of the Interior. Resource Publication 138: 1-151.
- Schamber J.L., J.S. Sedinger, D.H. Ward y K.R. Harmeier. 2007. Latitudinal variation in population structure of wintering Pacific Black Brant. *Journal of Field Ornithology*. 78(1): 74-82.
- Schamber J.L., J.S. Sedinger y D.H. Ward. 2012. Carry-over effects of winter location contribute to variation in timing of nest initiation and clutch size in Black Brant (*Branta bernicla nigricans*). *The Auk*. 129(2): 205-210.
- Secretaría de Turismo. 2002. *Estudio Estratégico de Viabilidad del Segmento de Turismo Cinegético en México. Síntesis Ejecutiva. Secretaría de Turismo*. Disponible en: http://cestur.sectur.gob.mx/pdf/estudioseinvestigacion/segmentosyproductos/productos/Turismo_Cinegetico.pdf. Fecha de consulta: agosto 2013.
- Sedinger J.S., P.L. Flint y M.S. Lindberg. 1995. Environmental influence on life-history traits: growth, survival, and fecundity in black brant (*Branta bernicla*). *Ecology*. 76(8): 2404-2414.



- Sedinger J.S., M.P. Herzog, y D.H. Ward. 2004. Early environment and recruitment of Black Brant into the breeding population. *The Auk*. 121: 68–73.
- Sedinger J.S., N.D. Chelgren, D.H. Ward y M.S. Lindberg. 2008. Fidelity and breeding probability related to population density and individual quality in black brent geese *Branta bernicla nigricans*. *Journal of Animal Ecology* 77:702-712.
- Segura-Zarsoza J.C., L. A. Abitia y F. Galván. 1997. Observaciones sobre la alimentación del tiburón *Heterodontus francisci* Girard 1854 (Chondrichthyes: Heterodontidae), en Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 23(1):111-128
- SEMARNAT. *En prensa. Plan de manejo tipo del ganso de collar (Branta bernicla nigricans) en el noroeste de México*. Modalidad extensiva. SEMARNAT. México. 76 p.
- Simancas J.E. 2013. *Evaluación de la calidad del hábitat de Branta bernicla nigricans durante la época no reproductiva en Bahía San Quintín, Baja California, México*. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 64 p.
- Valdovinos F.S., R. Ramos-Jiliberto, L. Garay-Narváez, P. Urbani y J.A. Dunue. 2010. Consequences of adaptive behaviour for the structure and dynamics of food webs. *Ecology Letters*. 13:1546-1559.
- Vázquez R. 2010. *Distribución espacio-temporal de los anátidos (aves: anatidae) en Laguna San Ignacio, B.C.S., México*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 57 p.
- Ward D.H. 1983. *The relationship of two seagrasses: Zostera marina y Ruppia maritime to the Black Brant, Branta bernicla nigricans, San Ignacio Lagoon, Baja California, Mexico*. Tesis de Maestría. Universidad de Oregon. Estados Unidos 70 p.
- Ward D., T. Lee Tibbits, A. Morton, E. Carrera y R. Kempka. 2004. Use of digital multispectral videography to assess seagrass distribution in San Quintin Bay, Baja California, Mexico. *Ciencias marinas* 30(1A): 47-60.
- Ward D., A. Reed, J. Sendinger, J. Blacks, D. Derksen y P. Castelli. 2005. North American Brant: effects of changes in habitat and climate on population dynamic. *Global Change Biology* 11: 869-880.



- Ward D.H., C.P. Dau, T.L. Tibbitts, J.S. Sedinger, B.A. Anderson y J.E. Hines. 2009. Change in Abundance of Pacific Brant Wintering in Alaska: Evidence of a Climate Warming Effect? *Arctic* 62(3): 541-555.
- Wiggins I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Estados Unidos. 1025 p.
- Wilson U.W. y J.B. Atkinson. 1995. Black brant winter and spring-staging use at two Washington coastal areas in relation to eelgrass abundance. *The Condor* 97: 91-98.
- Wobser A. G. 2007. *Disease in Wild Animals. Investigation and Management*. Springer. Nueva York. 400 p.
- Zar J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 663 p
- Zárate-Ovando, B., E. Palacios y H. Reyes-Bonilla. 2006. Estructura de la comunidad y asociación de las aves acuáticas con la heterogeneidad espacial del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*. 56: 371-389.
- Zimmerman R.C., J.L. Reguzzoni, S. Wyllie-Echeverria, M. Josselyn y R.S. Alberte. 1991. Assesment of environmental suitability for growth of *Zostera marina* L. (eelgrass) in San Francisco Bay. *Aquatic Botany* 39: 353-366.



12. ANEXOS

Anexo I. Estrategias alimentarias del Ganso de collar, clasificación tomada y modificada de Mather et al. (1998), Ganter (2000) y Molina (2012).

ESTRATEGIAS ALIMENTARIAS

Ramoneo Profundo	Sustrato Fijo	Superficie	Sustrato Libre
<p>Las aves sumergen la mitad del cuerpo en busca del alimento sujeto al fondo, en esta estrategia se observa fuera del agua la mancha blanca que presenta el ganso de collar en la parte posterior</p> 	<p>El ave sumerge la cabeza hasta el cuello para alcanzar el alimento, sin doblar el cuerpo, o bien ya sea nadando o caminando arranca el alimento vivo y fijo al sustrato</p> 	<p>El ave va nadando y picotea el agua obteniendo el alimento desprendido y suspendido en el agua</p> 	<p>las aves que están posadas o fuera del agua picotean el sustrato para obtener el alimento que quedó varado en el sustrato</p> 

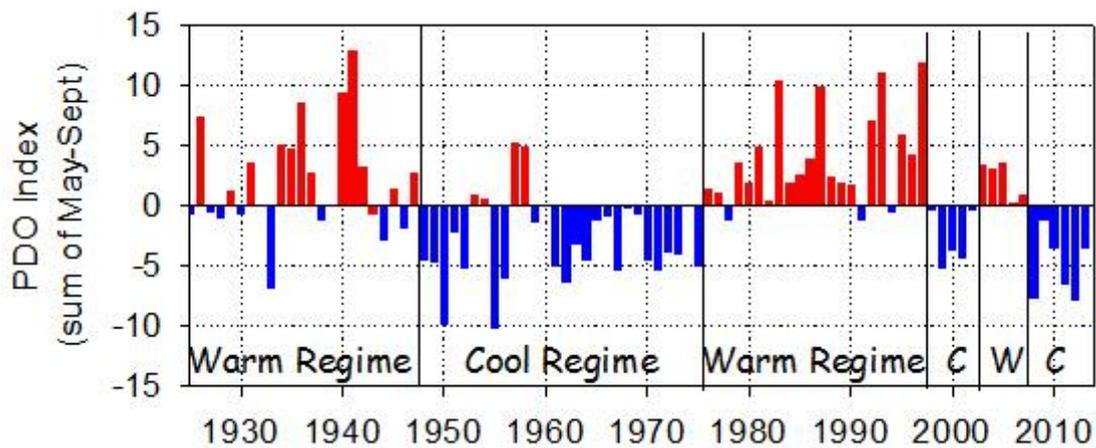


Anexo II. Índice de Oscilación Decadal del Pacífico.

Índice de Oscilación Decadal del Pacífico. Las barras de color rojo representan valores y/o fases positivas, las barras azules representan valores y/o fases negativas. Se indica la duración de los regímenes frío y cálido desde 1930 a 2013.

Imagen tomada de:

<http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fe/estuarine/oeip/ca-pdo.cfm>.



Anexo III. Tablas de las pruebas *a posteriori* de Duncan.

Tabla 1. Grupos homogéneos (Duncan) para la densidad del ganso de collar por mes en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Mes	Media	A	B	C	D
Ojo de Liebre	Febrero	2.33	****			
Ojo de Liebre	Marzo	3.10	****			
Ojo de Liebre	Enero	4.59	****			
San Quintín	Marzo	4.99	****			
Ojo de Liebre	Diciembre	7.60	****	****		
San Quintín	Diciembre	8.76	****	****		
San Quintín	Febrero	9.20	****	****		
San Quintín	Enero	9.75	****	****		
San Ignacio	Noviembre	9.87	****	****		
San Ignacio	Marzo	12.67	****	****	****	
San Ignacio	Diciembre	12.95	****	****	****	
San Ignacio	Febrero	18.66		****	****	****
Ojo de Liebre	Noviembre	18.95		****	****	****
San Ignacio	Enero	21.64			****	****
San Quintín	Noviembre	26.54				****

Tabla 2. Grupos homogéneos (Duncan) para la densidad del ganso de collar por nivel de marea en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Marea	Media	A	B	C	D
Ojo de Liebre	Baja	2.28	****			
San Ignacio	Baja	6.53	****	****		
Ojo de Liebre	Media	7.79	****	****	****	
Ojo de Liebre	Alta	9.59	****	****	****	
San Quintín	Baja	10.45	****	****	****	
San Quintín	Alta	11.73		****	****	
San Quintín	Media	14.71		****	****	
San Ignacio	Media	16.78			****	****
San Ignacio	Alta	23.88				****



Tabla 3. Grupos homogéneos (Duncan) para la proporción de aves alimentándose por mes en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Mes	Media	A	B	C	D
San Ignacio	Enero	0.03	****			
San Quintín	Marzo	0.18	****	****		
Ojo de Liebre	Marzo	0.18	****	****		
San Quintín	Febrero	0.22	****	****		
San Ignacio	Noviembre	0.25	****	****		
San Quintín	Diciembre	0.26	****	****		
San Ignacio	Diciembre	0.28		****	****	
Ojo de Liebre	Febrero	0.30		****	****	
San Ignacio	Febrero	0.33		****	****	
Ojo de Liebre	Diciembre	0.34		****	****	
Ojo de Liebre	Noviembre	0.34		****	****	
San Quintín	Enero	0.34		****	****	
Ojo de Liebre	Enero	0.38		****	****	
San Ignacio	Marzo	0.51			****	****
San Quintín	Noviembre	0.67				****

Tabla 4. Grupos homogéneos (Duncan) para la proporción de aves alimentándose por nivel de marea en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Marea	Media	A	B	C	D	E
San Quintín	Baja	0.12	****				
San Ignacio	Alta	0.17	****	****			
San Ignacio	Media	0.20	****	****			
Ojo de Liebre	Alta	0.25	****	****	****		
Ojo de Liebre	Baja	0.33		****	****	****	
San Ignacio	Baja	0.43			****	****	****
Ojo de Liebre	Media	0.43			****	****	****
San Quintín	Alta	0.47				****	****
San Quintín	Media	0.55					****



Tabla 5. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia de alimentación de ganso de collar (intentos/min) por mes en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Mes	Media	A	B	C	D	E	F
San Quintín	Marzo	3.60	****					
San Quintín	Febrero	3.96	****					
Ojo de Liebre	Febrero	5.01	****	****				
San Ignacio	Enero	5.97		****	****			
San Ignacio	Noviembre	6.17		****	****			
San Ignacio	Diciembre	6.59		****	****			
Ojo de Liebre	Marzo	7.24			****	****		
Ojo de Liebre	Enero	7.70			****	****		
San Quintín	Diciembre	7.70			****	****		
Ojo de Liebre	Diciembre	7.79			****	****		
San Quintín	Enero	8.99				****	****	
San Ignacio	Febrero	9.84					****	****
San Quintín	Noviembre	10.84					****	****
San Ignacio	Marzo	10.93					****	****
Ojo de Liebre	Noviembre	11.17						****

Tabla 6. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia de alimentación del ganso de collar (intentos/min) por nivel de marea en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Marea	Media	A	B	D	C	E
San Quintín	Baja	3.25	****				
San Ignacio	Media	6.81		****			
Ojo de Liebre	Alta	7.41		****	****		
Ojo de Liebre	Baja	7.46		****	****		
San Ignacio	Alta	8.60			****	****	
San Quintín	Media	9.13				****	
San Ignacio	Baja	9.24				****	
Ojo de Liebre	Media	9.92				****	
San Quintín	Alta	11.70					****



Tabla 7. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) en cada uno de los sitios. Las letras representan los grupos homogéneos.

Localidad	Estrategia	Media	A	B	C	D	E	F	G
San Quintín	Sedimento Libre	0.02	****						
Ojo de Liebre	Sedimento Libre	0.09	****						
San Ignacio	Sedimento Libre	0.44	****	****					
San Ignacio	Ramoneo Profundo	0.58	****	****					
Ojo de Liebre	Ramoneo Profundo	0.59	****	****					
San Quintín	Ramoneo Profundo	0.78		****	****				
San Quintín	Superficie	1.33			****	****			
San Ignacio	Sedimento Fijo	1.77				****			
Ojo de Liebre	Superficie	2.72					****		
Ojo de Liebre	Sedimento Fijo	4.57						****	
San Quintín	Sedimento Fijo	4.66						****	****
San Ignacio	Superficie	5.17							****

Tabla 8. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Bahía San Quintín. Las letras representan los grupos homogéneos.

Mes	Estrategia	Media	A	B	C	D	E	F	G	H
Marzo	Sedimento Libre	0	****							
Noviembre	Sedimento Libre	0	****							
Diciembre	Sedimento Libre	0	****							
Enero	Sedimento Libre	0	****							
Febrero	Sedimento Libre	0.12	****							
Marzo	Superficie	0.14	****							
Marzo	Ramoneo Profundo	0.44	****	****						
Noviembre	Ramoneo Profundo	0.49	****	****						
Febrero	Sedimento Fijo	0.64	****	****						
Diciembre	Ramoneo Profundo	0.87	****	****						
Enero	Superficie	0.89	****	****						
Febrero	Ramoneo Profundo	0.96	****	****						
Enero	Ramoneo Profundo	1.26		****	****					
Noviembre	Superficie	1.35		****	****	****				



Diciembre	Superficie	2.09	****	****	****			
Febrero	Superficie	2.25		****	****			
Marzo	Sedimento Fijo	3.03			****			
Diciembre	Sedimento Fijo	4.75				****		
Enero	Sedimento Fijo	6.84					****	
Noviembre	Sedimento Fijo	9						****

Tabla 4. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por nivel de marea en Bahía San Quintín. Las letras representan los grupos homogéneos.

Marea	Estrategia	Media	A	B	C	D	E
Media	Sedimento Libre	0.00000	****				
Alta	Sedimento Libre	0.00000	****				
Baja	Sedimento Libre	0.05425	****				
Alta	Ramoneo Profundo	0.36458	****	****			
Baja	Ramoneo Profundo	0.40094	****	****			
Alta	Superficie	0.79688	****	****			
Media	Superficie	0.90000		****			
Baja	Sedimento Fijo	0.98349		****			
Media	Ramoneo Profundo	1.79583			****		
Baja	Superficie	1.81368			****		
Media	Sedimento Fijo	6.43750				****	
Alta	Sedimento Fijo	10.54167					****

Tabla 5. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna Ojo de Liebre. Las letras representan los grupos homogéneos.

Mes	Estrategia	Media	A	B	C	D	E	F	G	H
Marzo	Sedimento Libre	0.00	****							
Febrero	Sedimento Libre	0.00	****							
Marzo	Ramoneo Profundo	0.00	****							



Enero	Sedimento Libre	0.00	****				
Febrero	Ramoneo Profundo	0.05	****				
Diciembre	Sedimento Libre	0.13	****				
Noviembre	Sedimento Libre	0.31	****	****			
Diciembre	Ramoneo Profundo	0.38	****	****			
Enero	Ramoneo Profundo	0.83	****	****	****		
Febrero	Superficie	1.10	****	****	****	****	
Noviembre	Ramoneo Profundo	1.48		****	****	****	
Enero	Superficie	1.92			****	****	****
Marzo	Superficie	2.31				****	****
Diciembre	Sedimento Fijo	3.12					****
Noviembre	Superficie	3.73					****
Febrero	Sedimento Fijo	3.86					****
Diciembre	Superficie	4.17					****
Marzo	Sedimento Fijo	4.92					****
Enero	Sedimento Fijo	4.95					****
Noviembre	Sedimento Fijo	5.66					****

Tabla 6. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por nivel de marea en Laguna Ojo de Liebre.

Las letras representan los grupos homogéneos.

Marea	Estrategia	Media	A	B	C
Alta	Sedimento Libre	0.00	****		
Media	Ramoneo Profundo	0.13	****		
Baja	Sedimento Libre	0.14	****		
Media	Sedimento Libre	0.29	****		
Alta	Ramoneo Profundo	0.61	****		
Baja	Superficie	0.67	****		
Baja	Ramoneo Profundo	1.12	****		
Alta	Superficie	2.97		****	
Media	Superficie	3.82		****	
Alta	Sedimento Fijo	3.83		****	
Baja	Sedimento Fijo	5.53			****
Media	Sedimento Fijo	5.68			****



Tabla 7. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por mes en Laguna San Ignacio. Las letras representan los grupos homogéneos.

Mes	Estrategia	Media	A	B	C	D	E	F	G	H
Marzo	Sedimento Libre	0.00	****							
Marzo	Ramoneo Profundo	0.07	****							
Diciembre	Sedimento Libre	0.18	****							
Enero	Ramoneo Profundo	0.31	****	****						
Noviembre	Ramoneo Profundo	0.44	****	****						
Febrero	Sedimento Libre	0.50	****	****						
Enero	Sedimento Libre	0.68	****	****						
Noviembre	Sedimento Libre	0.90	****	****						
Diciembre	Ramoneo Profundo	0.92	****	****						
Febrero	Sedimento Fijo	0.95	****	****						
Enero	Sedimento Fijo	1.06	****	****						
Febrero	Ramoneo Profundo	1.23	****	****	****					
Noviembre	Sedimento Fijo	1.65		****	****	****				
Marzo	Sedimento Fijo	2.39			****	****	****			
Diciembre	Sedimento Fijo	2.69				****	****	****		
Diciembre	Superficie	2.80				****	****	****		
Noviembre	Superficie	3.19					****	****		
Enero	Superficie	3.92						****		
Febrero	Superficie	7.16							****	
Marzo	Superficie	8.47								****

Tabla 8. Grupos homogéneos (Duncan) para la frecuencia utilización de las estrategias alimentarias (intentos/min) por nivel de marea en Laguna San Ignacio. Las letras representan los grupos homogéneos.

Marea	Estrategia	Media	A	B	C	D	E
Alta	Sedimento Fijo	0.054	****				
Alta	Ramoneo Profundo	0.086	****				
Alta	Sedimento Libre	0.095	****				
Media	Ramoneo Profundo	0.252	****				
Baja	Sedimento Libre	0.48	****				
Media	Sedimento Libre	0.73	****	****			
Baja	Superficie	1.58		****	****		



Media	Sedimento Fijo	1.67	****	****
Baja	Ramoneo Profundo	2.16		****
Media	Superficie	4.17		****
Baja	Sedimento Fijo	5.02		****
Alta	Superficie	8.36		****

