

2003-A

092609375

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

---

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



**USO DEL HÁBITAT DE TRES AVES PLAYERAS (SCOLOPACIDAE)  
EN LA SALINA DE GUERRERO NEGRO Y LAGUNA OJO DE  
LIEBRE EN BAJA CALIFORNIA SUR, DURANTE LA TEMPORADA  
DE INVERNACIÓN 2002-2003.**

## **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLÓGÍA**

**PRESENTA:**

**GUILLERMINA ARELLANO GONZÁLEZ  
LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL. JULIO DEL 2004**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. GUILLERMINA ARELLANO GONZÁLEZ  
PRESENTE.**

Manifiestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción **Tesis** con el título "**Uso del hábitat de tres aves playeras (*Scolopacidae*) en la Salina de Guerrero Negro y Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur, durante la temporada de invernación 2002-2003**", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado/a como Director de dicho trabajo el/la **DR. ERIC MELLINK BIJTEL** y como Asesores el/la **DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ** y **B.M. JOSÉ ALFREDO CASTILLO GUERRERO**.

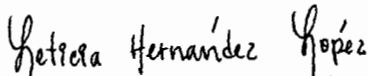
**A T E N T A M E N T E**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 21 de julio del 2003

  
**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA



**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ**  
**SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

- c.c.p. DR. ERIC MELLINK BIJTEL.- Director del Trabajo
- c.c.p. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ.- Asesor del Trabajo
- c.c.p. B.M. JOSÉ ALFREDO CASTILLO GUERRERO.- Asesor del Trabajo
- c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN  
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación MODALIDAD TESIS

Que realizó la pasante:  
GUILLERMINA ARELLANO GONZALEZ Código 092609375 con el título:  
USO DEL HABITAT DE TRES AVES PLAYERAS (SCOLOPACIDAE) EN LA SALINA DE  
GUERRERO NEGRO Y LAGUNA OJO DE LIEBRE EN BAJA CALIFORNIA SUR, DURANTE  
LA TEMPORADA DE INVERNACION 2002-2003.

Consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha de examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 15 de julio del 2004

  
DR. ERIC MELLINK BIJTEL

DIRECTOR



  
M.C. J. ALFREDO CASTILLO GUERRERO

ASESOR

  
DRA. MÓNICA E. RIOJAS LÓPEZ

ASESOR

COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

SINODALES

M.C. GUILLERMO BARBA CALVILLO

M.C. SERGIO GUERRERO VAZQUEZ

DR. FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ

SUPL. ING. OSCAR REYNA BUSTOS

## ÍNDICE

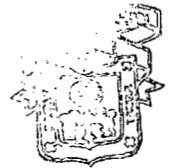
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	5
Migración-Invernación.....	5
Uso de Hábitat.....	6
Los Hábitat Artificiales.....	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	12
<b>HIPÓTESIS</b> .....	14
<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	16
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
Especies de Estudio.....	21
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> .....	22
<i>Numenius americanus</i> .....	24
<i>Limosa fedoa</i> .....	26
Procedimiento de Campo.....	27
Análisis de Datos.....	29
<b>RESULTADOS</b> .....	31
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> .....	31
Abundancia de la especie.....	31
Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día.....	32
Técnica y éxito de forrajeo.....	34
Tamaño de parvada.....	36
<i>Numenius americanus</i> .....	37

<i>Abundancia de la especie</i> .....	37
<i>Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día</i> .....	39
<i>Técnica y éxito de forrajeo</i> .....	41
<i>Tamaño de parvada</i> .....	42
<i>Limosa fedoa</i> .....	43
<i>Abundancia de la especie</i> .....	43
<i>Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día</i> .....	45
<i>Técnica Y éxito de forrajeo</i> .....	47
<i>Tamaño de parvada</i> .....	48
<b>DISCUSIÓN</b> .....	50
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> .....	50
<i>Numenius americanus</i> .....	54
<i>Limosa fedoa</i> .....	57
<b>CONCLUSIONES</b> .....	61
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	64
<b>ANEXOS</b> .....	77



Este trabajo fue realizado con el apoyo del Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre, del Centro de Investigación Científica de Estudios Superiores de Ensenada, B.C. (CICESE), y de la Empresa Exportadora de Sal S.A. (ESSA).





BIBLIOTECA CENTRAL

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi Madre, que gracias a su apoyo en todo momento pude terminar la carrera. También agradezco a mis hermanos: In, Kika, Ata y Tite porque de una u otra forma siempre he contado con su apoyo.

A mi Director Dr. Eric Mellink, por haberme iniciado en el estudio de las aves y motivado para seguir adelante en este camino, por las extraordinarias salidas de campo, por hacerme partícipe en todas las actividades donde yo pudiera aprender y por el tiempo dedicado a este trabajo. En otras palabras, por ser bieeeeeen chido.

A mi asesor M.C. J. Alfredo Castillo, por preocuparse por mi aprendizaje, por su paciencia y disposición al enseñarme a identificar playeros, por estar siempre pendiente de mí a pesar de la distancia y de sus múltiples ocupaciones, por su amistad y sobre todo por ser mi Guru durante todo este proceso.

A mi tutora Dra. Mónica Riojas, asesora de este trabajo, por recibir su apoyo y sus consejos.

A mis sinodales Sergio Guerrero, Oscar Reyna, Martín Huerta y Guillermo Barba por sus aportaciones a este trabajo, consejos recibidos y apoyo en todo momento.

A mi amiguísima M.C. Verónica C. Rosas por sacarme siempre de apuros resolviendo mis dudas surgidas aún estando tan ocupada y ayudándome a deshoras del día. Además por alentarme siempre.

A Ana Méndez de Mellink por recibirme en su casa y tratarme súper bien.

Al M.C. Alejandro Muñoz Urías por el apoyo recibido en la parte estadística.

A Exportadora de Sal por el apoyo logístico brindado. En especial al Ing. Martín García y al M.C. Martín Domínguez.

A Bernabé y Gabino por compartir los martes esas charlas tan amenas en la hora de la comida y por su amistad.

A Roberto, Ramiro, Magui, Juan, Sami, Genaro, Marco, Mario, Irving, y Javier por atenderme tan bien en la salina y hacer mi estancia cómoda y agradable.



## **DEDICATORIA**

En memoria a mi Paye que siempre está presente en mis pensamientos y acciones.

**Aprender sin pensar es inútil; pensar sin aprender, peligroso.**

**Confucio**

## RESUMEN

Se estudió el uso de hábitat de tres especies de aves playeras: El Pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*), El Zarapico (*Numenius americanus*) y El Canelo (*Limosa fedoa*) en la Salina de Guerrero Negro y la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur. Se realizaron 11 visitas de octubre del 2002 a marzo del 2003. Se determinó la abundancia en cuatro hábitat mediante conteo directo. En cada visita se realizaron observaciones de conducta de las 8:00 a las 18:00 h. Las actividades de comportamiento se clasificaron en: alimentación, locomoción, descanso, acicalado, vigilancia y agresión. En cada observación se registró el nivel de la marea, hora del día, velocidad del viento, tamaño y composición de la parvada donde se encontró el individuo observado, técnica utilizada para alimentarse, número de intentos de captura de presas y el número de intentos exitosos. La mayor abundancia de las tres especies se registró en octubre debido al patrón migratorio en la región. Para el Pihuihui y el Canelo el hábitat y la hora del día influyeron en su conducta, para el Zarapico solo influyó la hora del día. La marea no influyó significativamente en la conducta de ninguna de las tres especies. Velocidades de viento mayores a 6 m/s. causaron una disminución en la intensidad del forrajeo de las aves. La técnica de forrajeo influyó en el éxito de forrajeo de las tres especies. El tamaño promedio de parvada dependió de la actividad predominante en cada hábitat y del método de detección de presas utilizado. *C. semipalmatus* utilizó todos los hábitat disponibles sin preferencia por alguno para la alimentación, mientras que *L. fedoa* utilizó todos los hábitat disponibles, pero realizando diferentes actividades en cada uno. Los hábitat naturales y artificiales fueron importantes para estas dos especies, pero *N. americanus* prefirió los sitios naturales.

## INTRODUCCIÓN

Las aves playeras (*Recurvirostridae*, *Haematopodidae*, *Charadriidae* y *Scolopacidae*) son especies que utilizan diferentes hábitat como playas arenosas, zonas rocosas, planicies lodosas, marismas, entre otros (Burger *et al.* 1977, Rappole y Mc Donald 1994). Típicamente pasan alrededor de siete meses del año en áreas de paso migratorio y de invernación. Esta estrategia les permite explotar recursos cíclicos en lugares que no soportan un uso continuo, pero las hace dependientes de una secuencia de sitios específicos a lo largo de su ruta migratoria (Myers *et al.* 1987). Dada la variedad de hábitat utilizados, el valor de cada uno de ellos puede ser diferente para cada especie de aves playeras.

La pérdida de hábitat silvestres afecta negativamente a las aves playeras, especialmente fuera de la temporada de reproducción, pues requieren sitios específicos en las que se concentran (Myers *et al.* 1987). Aunque la actividad humana crea y modifica humedales que pueden funcionar como hábitat alternativos de forrajeo y/o de descanso, éstos no compensan la pérdida de sitios naturales (Burger *et al.* 1977, Davison y Evans 1986, Velasquez y Hockey

1992, Erwin *et al.* 1994). Sin embargo, si se manejan los niveles de agua con ese propósito, los humedales artificiales pueden ser una alternativa viable para mitigar los efectos de pérdida de hábitat para las aves migratorias (Velasquez y Hochev 1992).

En su migración latitudinal las aves playeras siguen alguna de sus rutas migratorias. Una de éstas es el “Corredor del Pacífico” a lo largo de la costa oeste de América (Palacios *et al.* 1991). Esta ruta incluye la Península de Baja California, donde se encuentran varios humedales importantes para dichas aves. Entre éstos destaca el complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro. Esta área de humedales se encuentra en la porción media de la Península, en la Bahía San Sebastián Vizcaíno, y forma parte de la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno” que comprende una variedad de hábitat que incluyen planicies lodosas intermareales, marismas, salitrales y estanques artificiales.

Como parte de este complejo lagunar se encuentra la Salina de Guerrero Negro que transformó en una extensión de aproximadamente 25,000 ha. lo que hace 50 años estaba ocupado principalmente por marismas, planicies lodosas y salitrales sujetos a inundaciones esporádicas (Kramer y Migoya 1989 en Nelson 1921).

Este hábitat modificado es usado anualmente por cantidades importantes de aves playeras (Carmona y Danemann 1998).

Tradicionalmente, la importancia de hábitat costeros se ha medido a través de conteos de aves en la temporada no reproductiva (Mellink *et al.* 1997, Page *et al.* 1997, Danemann *et al.* 2002). Una forma complementaria para evaluar dicha importancia es a través de estudios de conducta, que permiten conocer y evaluar el uso de hábitat (De Leon y Smith 1999) y conocer como responden las aves playeras a los cambios ambientales (Goss-Custard y Durell 1990). La comparación de diferentes hábitat en estos estudios permite un entendimiento mejor de porqué ciertos sitios son seleccionados y no otros (Titman 1981).

Entre 1991 y 1994 el complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro lo usaron entre 128,000 y 276,000 aves playeras (Morrison *et al.* 1992, Page y Palacios 1993, Page *et al.*, 1997). Entre el 12 y el 24 % de las aves (en promedio 31,600) que invernán en este complejo utilizan las salinas de la empresa Exportadora de Sal S.A. (Carmona y Danemann 1998). Es posible que la importancia de esta área para las aves playeras se deba a la presencia de diferentes hábitat que conforman los sitios tanto artificiales como naturales.

Las aves playeras pueden usar varios hábitat (Burger *et al.* 1977, Rappole y Mc Donald 1994), cada uno para diferentes actividades y diferente forma para cada especie. El conocer la forma como utilizan las aves playeras los diferentes hábitat permitirá tomar mejores decisiones de manejo para beneficio de dichas aves. Sin embargo, no se conocía el uso que le dan las aves en este complejo lagunar.

De acuerdo con lo anterior, el trabajo presente permitió conocer como usan cada hábitat o que tan importante es éste para el pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*), el zarapico (*Numenius americanus*), y el canelo (*Limosa fedoa*) dentro de la salina de Guerrero Negro y en la laguna Ojo de Liebre.

## ANTECEDENTES

### Migración-Invernación

El término “migración”, en fauna silvestre, se refiere al movimiento regular de animales entre dos regiones geográficas: una de reproducción y otra de no reproducción (Howes y Bakewell 1989). La migración estacional es una de las características más notables de muchas aves playeras. Éstas pueden recorrer hasta 15,000 km (Myers *et al.* 1987) encontrando una gran variedad de climas en el curso del ciclo anual (Wiersma y Piersma 1999). Las diferentes especies de aves playeras migran entre los hemisferios norte y sur siguiendo frecuentemente una ruta elíptica: hacia el sur en otoño y hacia el norte en primavera (Myers *et al.* 1987). En América, se reconocen tres rutas migratorias principales (Canevari *et al.* 2001):

- 1) La del este, que se inicia en el Ártico Canadiense siguiendo por las costas del Atlántico, Antillas Menores y costas de Sudamérica o que al llegar a la Florida, cruza el Golfo de México, hasta Surinam;
- 2) la del centro o corredor del interior, que inicia en el Ártico pasa por las praderas Norteamericanas , Golfo de México, cruzan el



Caribe y Antillas Mayores y llegan a Sudamérica por las costas de Venezuela y Colombia; 3) el corredor del Pacífico, que inicia en el norte de Alaska y bordea la costa del Pacífico americano hasta Sudamérica.

Algunas especies vuelan directamente a su sitio de invernada (Myers *et al.* 1987), pero otras requieren de hasta 10 paradas (Dugger y Dugger 2002) para alimentarse y acumular la grasa necesaria para alcanzar la siguiente parada migratoria (Myers *et al.* 1987). En sus sitios de reproducción muchos playeros son solitarios, mientras que en localidades de invernación frecuentemente forman grupos para alimentarse, lo que aumenta la competencia por espacio y las interacciones agresivas (Burger 1984). De esta manera, se desarrolla una estructura poblacional y una organización social que involucra la elección de diferentes hábitat, estrategias de supervivencia y comportamiento alimentario (Burger 1984).

### Uso de Hábitat

El hábitat se define como el sitio físico donde vive un organismo (Ricklefs 1998). Las diferentes especies de aves playeras utilizan de

manera distinta cada hábitat, lo que se refleja en las distintas actividades que realizan en ellos (Evans 1976, Burger 1984). La distribución de estas especies en una zona está influenciada directamente por factores abióticos, como la temperatura, hora del día, viento y mareas (Evans 1976, Burger 1984, Dodd y Colwell 1998) entre otros.

En algunas especies existe un patrón diurno en sus actividades y algunos prefieren forrajear en la mañana y otros en la tarde (Burger *et al.* 1997, Davis y Smith 1998, De Leon y Smith 1999,). Incluso algunos individuos forrajean de noche (Robert y McNeil 1989, Morrier y McNeil 1991, McNeil y Rompré 1995, Dodd y Colwell 1998, Le y Durell 2000).

Los vientos fuertes pueden alterar la conducta de los playeros, pues hacen que sus requerimientos energéticos se incrementen. Cuando el costo energético del forrajeo excede la energía ganada en la alimentación, las aves dejan de forrajear (Evans 1976). También pueden afectarlos de manera indirecta reduciendo la disponibilidad de áreas de forrajeo y de presas (Burger 1984).

La marea es el factor más importante en los patrones de uso de hábitat y de movimientos diarios que realizan las aves entre y dentro de diferentes hábitat (Burger 1984, Burger *et al.* 1997). Por ejemplo, en la laguna Bolinas, California, *Numenius americanus* y *Catoptrophorus semipalmatus* descansaron en la zona de marisma durante la marea alta y se alimentaron en las planicies durante la marea baja (Stenzel *et al.* 1976). En la bahía de Humboldt, California, *Calidris alpina*, *Calidris minutilla*, *Numenius americanus* y *Limosa fedoa* utilizaron áreas de cultivo adyacentes a las planicies intermareales para descanso y alimentación cuando la marea cubrió la planicie intermareal (Long y Ralph 2001). En el estero de Punta Banda, Baja California, el número máximo de aves playeras en tres sitios ocurrió durante el nivel más bajo de la marea (Maimone y Mellink 2003).

En respuesta a la impredecibilidad de los recursos alimentarios en los sitios de parada, los escolopácidos forrajea de manera oportunista para completar una migración exitosa (Skagen y Knopf 1993). Es decir, especies que cazan de manera táctil pueden adoptar la estrategia visual (Barbosa 1993, Gratto-Trevor 2000 ) y

viceversa (Kalejta 1992, Mc Nell y Rompré 1995), si les representa mayores oportunidades energéticas.

El tener técnicas de forrajeo alternativas provee los medios posibles para reducir gasto de energía cuando la cantidad de alimento decrece. Cuando la disponibilidad de presas es alta, los métodos de caza que requieren una proporción alta de uso de energía pueden proporcionar tasas más altas de ganancia neta de energía (para ser usada para el mantenimiento), que los métodos menos costosos. Pero esto puede ser diferente cuando las presas son escasas. Los métodos óptimos de forrajeo son aquellos que minimizan el tiempo requerido para alimentarse, entonces estos métodos pueden cambiar con la disponibilidad de presas (Evans 1976).

La hipótesis de agrupamiento predice que las especies que se alimentan de manera visual prefieren formar parte de grupos más pequeños que los individuos de forrajeo táctil, pues la captura de presas por este método requiere de un mayor espacio de maniobra (Barbosa 1995). En contraste, el aumento en el tamaño de parvada beneficia a los individuos permitiendo la detección temprana de depredadores, ocasionando efectos de confusión y de dilución,

además de disminuir el tiempo individual invertido en vigilancia (Bernard y Thompson 1985).

### Los Hábitat Artificiales

Los hábitat artificiales pueden ser un componente importante del paisaje utilizado por las aves playeras (De Boer y Longamane 1996, Barbosa 1997a, Shuford *et al.* 1998, Elphick 2000, Brusati *et al.* 2001, Shepherd 2003), y bajo determinadas condiciones pueden contribuir a conservar la biodiversidad (Schnack, 2000) ya que pueden ofrecer recursos energéticos de un gran número de aves (Myers 1984). Dentro de estos hábitat artificiales, las salinas son consideradas como humedales funcionales con una alta riqueza biológica y que sostienen importantes números de aves acuáticas (Britton y Johnson 1987, Velásquez y Hockey 1992, Warnock y Takekawa 1995, Masero 2003). Lo cual los pocos estudios realizados en la laguna Ojo de Liebre y dentro de la salina de Guerrero Negro (Page y Palacios 1993, Page *et al.* 1997, Carmona y Danemann 1998, Danemann *et al.* 2002) también coinciden con lo antes mencionado.

Hay tres hipótesis que pueden explicar porque las aves acuáticas utilizan estos hábitat alternativos: 1) Hay una preferencia de hábitat; 2) el disturbio ocasionado por la actividad humana en hábitat naturales ocasiona que las aves se desplacen a hábitat artificiales; 3) los hábitat artificiales son usados para alimentación suplementaria cuando los hábitat naturales están temporalmente no disponibles (Masero *et al* 2000).

De Boer y Longamane (1996) demostraron que las aves playeras que estudiaron prefirieron utilizar los sitios artificiales para forrajear debido a que en los sitios naturales había disturbio ocasionado por el hombre. Masero *et al.* 2000 en su estudio demostraron que algunas especies de aves playeras utilizaron los estanques de la salina cuando las planicies intermareales estaban no disponibles y mientras que otras especies seleccionaron los estanques de la salina para alimentarse no importando que la planicie intermareal estuviera disponible. En la salina de Guerrero Negro no existen trabajos que respalden el como y por qué utilizan estos sitios para su invernación.

## JUSTIFICACIÓN

La mayoría de las aves playeras muestran una tendencia a la reducción poblacional debido a la creciente desaparición de hábitat por el hombre (Page y Gill 1994). Ya que éstas se concentran en grandes poblaciones en la época no reproductiva (Myers 1987). El tiempo que las aves playeras pasan en áreas de parada durante la migración e invernación juega un papel importante en la formación de la estructura de las poblaciones, organización social y evolución, debido a la selección de hábitat, estrategias de sobrevivencia y comportamiento alimentario (Burger 1984). Además que la información sobre su problemática, estructura social, factores que afectan el uso del hábitat es considerablemente menor para invernación que para reproducción.

Guerrero Negro es un sitio importante para invernada y la variedad de hábitat tanto naturales como artificiales ofrece la oportunidad de estudiar la conducta del pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*, el zarapico (*Numenius americanus*) y el canelo (*Limosa fedoa*) para conocer el uso que le dan a los diferentes hábitat y como contribuye

la salina que es artificial. Y así saber como afectaría a esta población invernante la pérdida de alguno de los hábitat.



## HIPÓTESIS

Este estudio se diseñó para probar las siguientes hipótesis para *Catoptrophorus semipalmatus*, *Numenius americanus* y *Limosa fedoa* en dos sitios de la Salina de Guerrero Negro y dos sitios en la Laguna Ojo de Liebre.

- 1) El patrón de actividad diurno de las tres especies varía en cada uno de los cuatro hábitat dependiendo de la marea y la hora del día.
- 2) La técnica de forrajeo empleada por las tres especies varía entre los hábitat muestreados y esto influye en su éxito de forrajeo.
- 3) Los hábitat artificiales de la Salina de Guerrero Negro son tan importantes como los hábitat naturales de la Laguna Ojo de Liebre para las tres especies de aves playeras.

## OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue determinar el uso de hábitat del Pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*), el zarapico (*Numenius americanus*) y el Canelo (*Limosa fedoa*) en dos sitios artificiales de la salina de Guerrero Negro y en dos sitios naturales en la laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur durante la temporada de invernación 2002-2003.

Los objetivos particulares fueron:

- 1) Determinar la abundancia de las tres especies y compararlas en los cuatro sitios de estudio.
- 2) Determinar el tiempo dedicado por cada una de las tres especies a diferentes actividades durante el día y en cada sitio, en función de la hora del día y el nivel de marea.
- 3) Determinar la frecuencia con que usan la técnica de forrajeo por cada una de las especies en cada sitio y su influencia en el éxito de forrajeo.
- 4) Comparar el tamaño promedio de parvada entre sitios.

## ÁREA DE ESTUDIO

El complejo lagunar Guerrero Negro-Ojo de Liebre se encuentra en la región del desierto El Vizcaíno, en el extremo norte del estado de Baja California Sur (27°42.484 y 113°62.554) (Figura 1). Esta región se caracteriza por tener planicies de areniscas y conglomerados que conforman las cuencas (León de la Luz *et al.* 1991). Este Complejo lagunar abarca aproximadamente 500 km<sup>2</sup> y forma parte de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno" (Castellanos *et al.* 2001). El clima es árido (BW), con una temperatura media anual que oscila entre 18 y 22°C. La precipitación anual va de 50-70 mm al año (García 1981). El sistema de alta presión semipermanente del Pacífico Nororiental, que produce lluvias en los meses invernales le da una característica templada. Cuenta con una asociación vegetal de eriales (León de la Luz *et al.* 1991), sobre suelos predominantes de regosol, en las llanuras del desierto El Vizcaíno y de solonchack alrededor de la laguna Ojo de Liebre y San Ignacio (INE-SEMARNAP 2000 en: Ortega y Arriaga. 1991).

Las costas están constituidas por marismas, salitrales, dunas, matorral halófilo y bordos de estanques de producción de sal (Castellanos *et al.* 2001). A lo largo de las marismas y de las aguas

abiertas de las lagunas hay aproximadamente 25, 000 ha de estanques salinos artificiales de la empresa Exportadora de Sal, S.A. de C. V. (Ewald 1997). La salina se compone de una serie de vasos de concentración y de cristalización. Los primeros reciben el agua bombeada directamente de la laguna Ojo de Liebre, siendo la salinidad muy similar a la del medio marino (35 a 38 ppm); mientras que en los últimos vasos la salinidad alcanza el 250 ppm. En general, las aves no utilizan los vasos de cristalización y las áreas de concentración con mayor salinidad (Carmona y Danneman 1998).

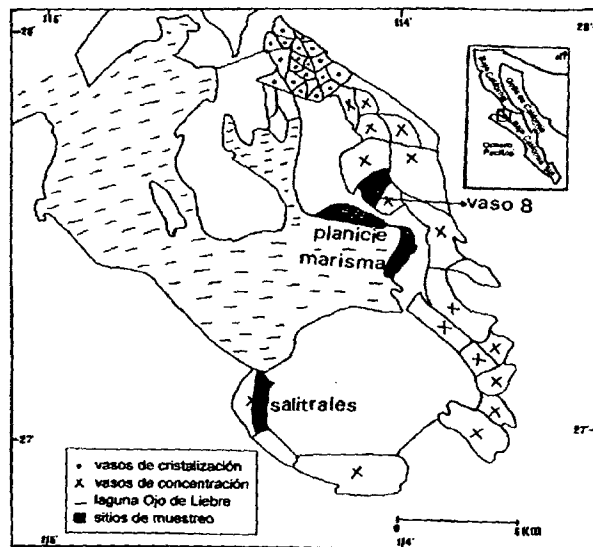


Figura 1. Sitios de estudio en la Salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur, México.

Los sitios de estudio fueron dos hábitat naturales en la laguna Ojo de Liebre y dos hábitat artificiales dentro de la salina.

Los hábitat naturales tenían influencia de las mareas. Uno de ellos fue una planicie lodosa intermareal adyacente al vaso de concentración N.8 (Planicie), con aproximadamente 2 km. lineales de costa, que en marea alta se cubría casi en su totalidad y en marea baja quedaban expuestos más de 60 m lineales de planicie lodosa.

El segundo sitio natural fue una franja discontinua de marisma (Marisma) , de aproximadamente 300 m de ancho y 2.3 km de largo, donde crece *Salicornia sp.*, *Suaeda sp.* y *Batis marítima* de una altura máxima de 60 cm. Por apreciación visual, la cobertura de la vegetación se consideró alta (hasta 90%). Este sitio cuenta con canales de marea que forman planicies pequeñas que quedan descubiertas cuando la marea baja (Figura 2).

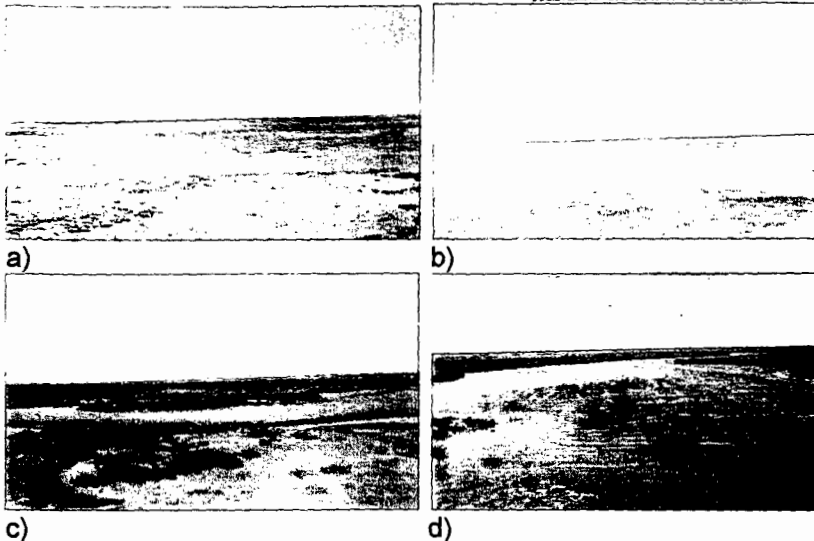


Figura 2 . Sitios de estudio en la laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur. a) Planicie lodosa con marea baja y b) con marea alta, c) Marisma con marea baja y d) con marea alta.

Los dos sitios de estudio dentro de la salina no estuvieron sujetos a la influencia directa de mareas. El tercer sitio de estudio fue el vaso de concentración 8 (Vaso 8), que tenía un área aproximada de 1 Km<sup>2</sup>. En los vasos de concentración, la salinidad es de hasta 250 ppm; el sustrato es muy duro por la concentración de sales que se acumulan al evaporarse el agua, el nivel del agua es estable y tienen planicies pequeñas bordeando el vaso. Estos estanques son propicios para la presencia y reproducción de *Artemia salina* (Carmona y Danneman 1998). El último sitio de estudio fue una planicie lodosa conocida como Salitrales, tiene una extensión

aproximada de 1.8 km<sup>2</sup>. El agua llega a este lugar bombeada directamente de la laguna Ojo de Liebre y su función es distribuir el agua a los demás vasos de concentración. No hay un efecto directo de la marea, sin embargo hay una pequeña variación en el nivel del agua que depende de la actividad de bombeo. Tiene manchones pequeños dispersos de vegetación (*Salicornia* sp., *Suaeda* sp. y *Batis marítima* (Figura 3).

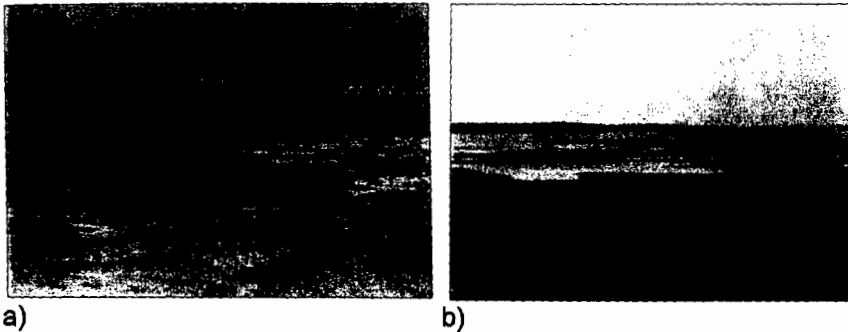


Figura 3 . Sitios de estudio dentro de la Salina de Guerrero Negro en Baja California Sur. a) Vaso 8, b) Salitrales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Especies de Estudio

Para este estudio se eligieron tres especies de aves playeras: el pihuhui (*Catoptrophorus semiplamatus*), el zarapico (*Numenius americanus*) y el canelo (*Limosa fedoa*). Son los playeros grandes más abundantes en la Salina Guerrero Negro (Danemann *et al.* 2002), mientras que *Numenius americanus* es una especie que se ha visto severamente afectada en sus poblaciones por la actividad humana (Dawson 1923, Bent 1928, Richard 1988, Page y Gill 1994).

Las tres especies de estudio pertenecen a la familia Scolopacidae, la más grande de los playeros con 88 especies en el mundo (Howes y Bakewell 1989) y 30 especies en la República Mexicana (Peterson y Chalif 1989). Esta familia contiene la mayor amplitud en tamaños corporales y la mayor diversidad de formas y tamaños de pico (Skagen y Knopf 1993). Las especies capturan a sus presas principalmente en el lodo, arena, y áreas inundadas.



Pihuihui (*Catoptrophorus semipalmatus*)

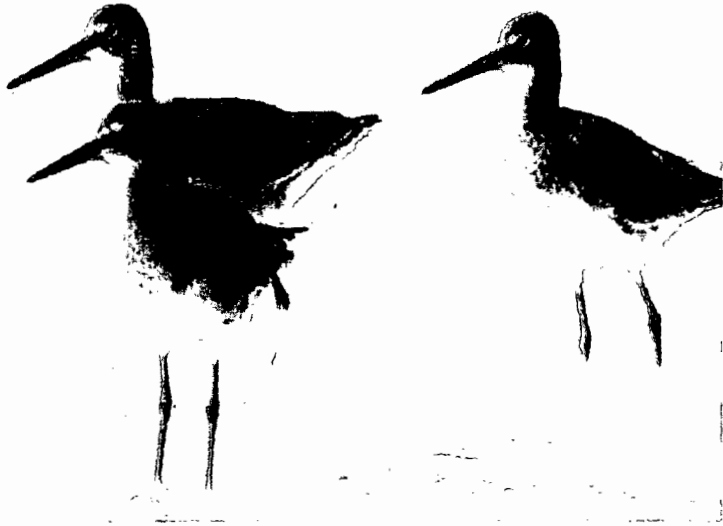


Figura 4. *Catoptrophorus semipalmatus* (Laurent 1992).

Esta especie tiene una altura de 38 cm. aproximadamente. No exhibe dimorfismo sexual (Figura 4). Se distribuye desde Canadá hasta Venezuela. Este playero norteamericano tiene un intervalo amplio de temperatura para su reproducción (Lowther *et al.* 2001).

Se encuentra en hábitat como playas lodosas, arenosas, marismas, pastizales húmedos, márgenes de lagos y lagunas (Richard 1988). Se alimenta de insecto, pequeños crustáceos, bivalvos, ocasionalmente pequeños peces (Lowther *et al.* 2001). En

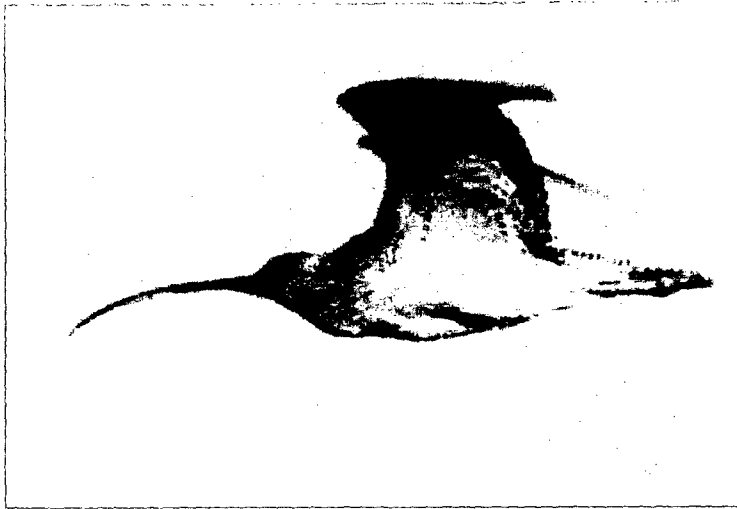
temporada no reproductiva algunos individuos defienden territorio para forrajear y otros no (Mc Neil y Rompré 1995).

*Catoptrophorus semipalmatus* tiene un periodo corto de migración (Skagen y Knopf 1993) principalmente migra de noche en pequeños grupos (Tomkins 1965 en Lowther *et al.* 2001). Las hembras parten antes que los machos a sus áreas de reproducción (Howell 1982, Lowther *et al.* 2001). Los juveniles vuelan detrás de los machos adultos (Bent 1929 en Lowther *et al.* 2001).

Las poblaciones de *Catoptrophorus semipalmatus* han disminuido a causa de la transformación de humedales en tierras de cultivo (Page y Gill 1994). Pese a esto, es moderadamente abundante (Lowther *et al.* 2001).

Al norte de la Península en el Delta del río Colorado se estimaron 5,885 individuos (Mellink *et al.* 1997); en la Salina de Guerrero Negro 1,000 individuos (Danneman *et al.* 2002), en la playa El Conchalito, cerca de la ciudad de La Paz, 423 individuos. Éste último valor fue la suma de 24 censos (Carmona 1995).

**Zarapico (*Numenius americanus*)**



**Figura 5. *Numenius americanus* (Laurent 1992).**

Esta especie tiene una altura de 58 cm. aproximadamente (Figura 5). La hembra tiene el pico más grande que el macho y los juveniles (Dugger y Dugger 2002). Anida en las planicies del SO de Canadá y de E.U.A. e inverna en ambas costas de la Península de Baja California y tierra adentro localmente hasta Guatemala (Dugger y Dugger 2002).

Se encuentra en lagos, lagunas de agua dulce y salada, campos inundados, tierras de cultivo y playas arenosas. Se alimenta de pequeños peces, camarones, cangrejos, anfibios y larvas de

camarón (Richard 1988, Dugger y Dugger 2002). Su técnica de alimentación es principalmente visual, y en ocasiones táctil. Sus principales depredadores son los coyotes y halcones (Allen 1980 en Dugger y Dugger 2002). En temporada de no reproducción son muy territoriales (Colwell y Mathis 2001, Leeman *et al.* 2001). Su migración es corta (Skagen y Knopf 1993). Llegan a sus sitios de reproducción en pequeños grupos heterosexuales (Jenni *et al.* 1981 en Dugger y Dugger 2002).

Las poblaciones de esta especie han declinado en los últimos 150 años. En las costas del este de E.U.A. la especie fue abundante y ahora es escasa debido a su cacería y destrucción del hábitat (Dawson 1923, Richard 1989, Page y Gill 1994, Dugger y Dugger 2002). En los E.U.A. está protegida desde los 1950's y aunque se está recuperando se duda alcance sus números anteriores (Richard 1988).

En el Delta del río Colorado se contaron 1,462 individuos (Mellink *et al.* 1997); en la Salina de Guerrero Negro 40 individuos (Danneman *et al.* 1997); en la playa El Conchalito 267 individuos.

Canelo (*Limosa fedoa*, Figura 6)

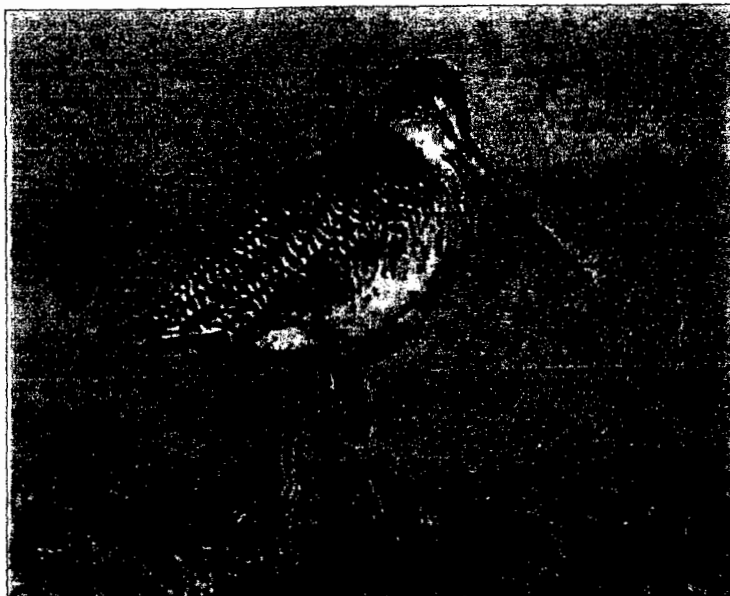


Figura 6. *Limosa fedoa* (Laurent 1992).

Los canelos miden 46 cm de altura aproximadamente (Figura 6). No exhibe dimorfismo sexual. Anida en el norte de E.U.A. y sur de Canadá. Con algunas poblaciones aisladas en Alaska. Inverna desde el sur de California hasta el Salvador (Gratto-Trevor 2000).

Se alimenta de poliquetos, bivalvos, cangrejos y pequeñas lombrices de tierra entre otros (Richard 1988). Su técnica de forrajeo es principalmente táctil y en ocasiones visual. Sus depredadores son aves de presa y coyotes (Gratto-Trevor 2000). Las interacciones

agresivas intraespecíficas durante el forrajeo no son frecuentes, las interespecíficas tampoco lo son, pero cuando ocurren normalmente son con *Catoptrophorus semipalmatus* y éste siempre es el vencedor (Nowicky 1973 en Gratto-Trevor 2000).

No existen poblaciones residentes (Gratto-Trevor 2000) y realiza migración corta (Skagen y Knopf 1993). Aunque todavía son abundantes (Gratto-Trevor 2000) las poblaciones de canelos han ido drásticamente en decremento en los últimos 25 años (Knopf 1984 en Page y Gill 1994, Richard 1988).

En el Delta del río Colorado se estimaron 9,105 individuos (Mellink *et al.* 1997); en la Salina de Guerrero Negro 5,400 (Danneman *et al.* 2002), en la playa El Conchalito 2923 individuos.

#### Procedimiento de Campo

Se realizaron 11 visitas al complejo lagunar entre octubre del 2002 y marzo del 2003. Se determinó la abundancia de las tres especies de aves playeras en cada sitio mediante conteo directo. Para cada sitio se realizaron al menos tres conteos por visita y se considero el

número máximo observado como mejor indicador de la abundancia de cada especie (Mellink *et al.* 1997).

En cada visita se realizaron observaciones de conducta a lo largo del día, de las 8:00 a las 18:00 bajo el método de observaciones focales (Altman 1974). Las observaciones de conducta de las tres especies fueron individuales. Para ello se eligieron individuos al azar en cada sitio. Cuando había más de 20 individuos en grupo se movió el telescopio o binoculares desde el centro del sitio, en forma de zig-zag para elegir al individuo al azar (Davis *et al.* 1989). Las observaciones se hicieron con telescopio 15X50 y binoculares 8X35 durante dos minutos y se grabaron en micro-cassetes.

La conducta se dividió en seis actividades de comportamiento: alimentación (sondeo o búsqueda), locomoción (caminado, vuelo, nado y vadeo), descanso (parado con los ojos cerrados o con la cabeza escondida bajo las alas), acicalado, vigilancia y agresión (peleando con otro individuo de la misma o de diferente especie, vocalizando o haciendo movimientos de delimitación de territorio) (Metcalf y Furness 1986, Morrier y McNeil 1991, Burger *et al.* 1997, Davis y Smith 1998, De Leon y Smith 1999). En cada observación se registró el nivel de la marea (alta cuando el

nivel de agua estaba a más de 75 cm por encima del nivel medio del mar y baja cuando fue menor a 75 cm); la hora del día (intervalos de 4 horas: mañana, mediodía y tarde); el tamaño y composición de la parvada donde se encontraba el individuo; la técnica utilizada para su alimentación (táctil y visual); el número de intentos de captura de presas y el número de intentos exitosos. De manera no sistemática se midió la velocidad del viento con un anemómetro cuando las aves se retiraban por el viento intenso.

### Análisis de Datos

Para comparar la abundancia de cada una de las tres especies entre los diferentes sitios se utilizó ANDVA de una vía de medidas repetidas (Zar 1999). Previo al ANDVA se probó si la variable de respuesta y los residuales tenían normalidad, homogeneidad de varianzas y distribución aleatoria del error. Al no cumplir estos supuestos paramétricos se utilizó la transformación logarítmica ( $X' = \log(X+1)$ ). Cuando hubo diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey.

Se analizaron los tiempos dedicados a las diferentes actividades con un análisis multivariado de varianza (MANOVA). Las variables



dependientes fueron las actividades y los factores fueron los sitios, la hora del día y el nivel de la marea. Cuando hubo algún efecto significativo, se realizaron análisis de varianza de dos vías para la actividad, siendo la actividad la variable de respuesta y el sitio y la hora del día o la marea (según sea el caso) las variables independientes. Cuando hubo diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey.

El éxito de forrajeo se calculó como la razón entre el número de intentos exitosos y el número total de intentos de captura de la presa. Cuando no se cumplieron los supuestos paramétricos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar entre sitios. Cuando hubo diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey. Se calculó la proporción de individuos usando cada técnica de alimentación en cada sitio y se compararon entre si.

Para determinar si existieron diferencias en el tamaño de parvada de cada una de las especies en los distintos hábitat, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Cuando hubo diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey. En todas las pruebas se consideró un  $\alpha=0.05$ .

## RESULTADOS

### *Catoptrophorus semipalmatus*

#### *Abundancia de la especie*

La especie se encontró en los cuatro sitios de estudio. Su mayor abundancia se registró en el mes de octubre. Las abundancias menores ocurrieron a mediados de marzo (Figura 7). No hubo diferencias significativas en la abundancia de la especie entre los sitios de estudio ( $F= 1.44$ , 3 gl,  $P>0.05$ )(Cuadro 1) debido a la alta variación en la misma. El descenso en la abundancia fue constante hasta enero, a partir de enero estables y bajos con un ligero repunte en febrero-inicio de marzo.

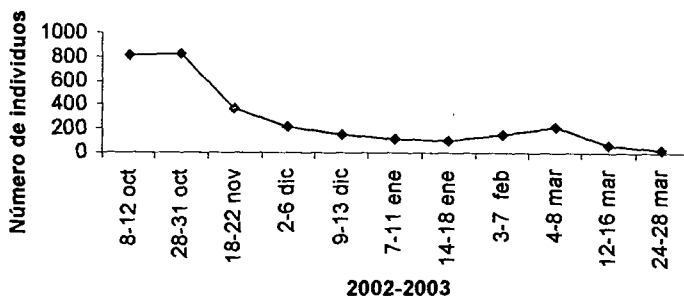


Figura 7. Abundancias totales de *Catoptrophorus semipalmatus* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre Baja California Sur.

Cuadro 1. Número máximo de individuos de *Catoptrophorus semipalmatus* registrados en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la laguna Ojo de Liebre Baja California Sur (octubre 2002- marzo 2003) ( $P > 0.05$ ).

Sitio/ Periodo	PLANICIE	MARISMA	VASO 8	SALITRALES
8-12 Oct 02	145	68	350	250
26-31 Oct 02	130	45	60	590
18-22 Nov02	90	18	60	202
2-6 Dic 02	49	32	41	95
9-13 Dic 02	32	25	60	41
7-10 Ene 03	32	12	60	11
14-17 Ene 03	40	15	40	2
3-6 Febr 03	50	60	8	95
4-7 Mar 03	150	25	8	34
12-15 Mar 03	40	9	1	15
24-27 Mar 03	20	3	0	2
$\bar{X}$	70.73 <sup>a</sup>	28.36 <sup>a</sup>	62.55 <sup>a</sup>	121.55 <sup>a</sup>

#### *Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día*

El tiempo dedicado a cada actividad fue significativamente diferente en cada uno de los sitios ( $\lambda=0.779$ ,  $P<0.001$ ) (Figura 8). *C. semipalmatus* dedicó mayor tiempo a acicalarse en la Planicie, vigiló más en la Marisma ( $P<0.05$ ) y se movió menos tiempo en la Planicie

( $P < 0.01$ ). La marea y la hora del día no tuvieron influencia significativa en las actividades ( $P > 0.05$ ). Hubo interacción entre la hora del día y el sitio ( $\lambda = 0.756$ ,  $P < 0.01$ ). Para acicalarse prefirió hacerlo a mediodía y por las tardes en la Planicie y Salitrales. Para alimentarse, prefirió la mañana en la Planicie y en la Marisma. Con menor frecuencia, también se alimentó en la mañana en Salitrales y en la tarde en Salitrales y Vaso 8. En la Marisma dedicó mayor tiempo a la vigilancia que en los otros sitios (Figura 8). Por la poca representatividad de la actividad de agresión (menor al 0.5% de las observaciones) por esta especie. En la figura 8 se omitió esta actividad. Sin embargo en el análisis estadístico si fue considerada.

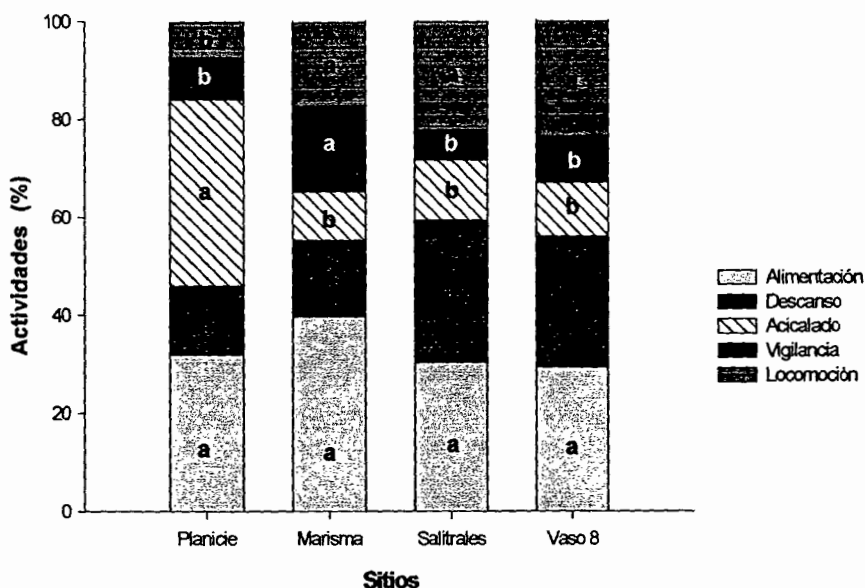


Figura 8. Tiempo total dedicado a cada actividad por sitio para *Catoptrophorus semipalmatus* en la Salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante octubre 2002- marzo 2003. Actividades con diferente literal entre sitios fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Con base en 242 observaciones. Planicie,  $n=37$ ; Marisma,  $n=68$ ; Salitrales,  $n=51$ ; Vaso 8,  $n=86$ .

#### Técnica y éxito de forrajeo

*Catoptrophorus semipalmatus* forrajeó de manera visual salvo en salitrales, donde un 17% de su forrajeo lo hizo de manera táctil. Dedicó proporciones de tiempo similares a la alimentación entre sitios. El éxito de forrajeo fue significativamente mayor ( $H=21.4$ ,

gl=3,  $P= 0.0001$ ), en Marisma (77.4%), y Planicie (76.9%) que en Salitres (45.2%) y Vaso 8 (66.19%) (Figura 9).

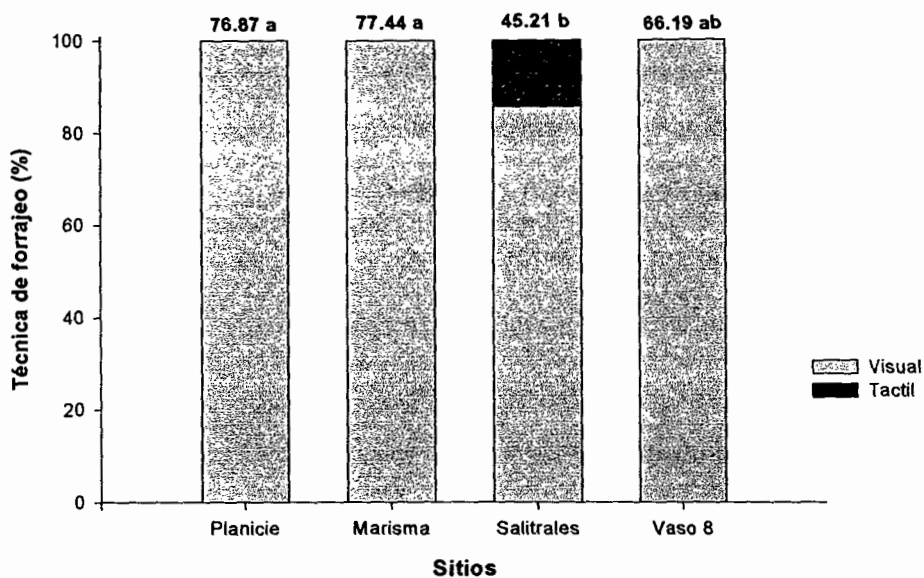


Figura 9. Técnica y éxito y de forrajeo de *Catoptrophorus semipalmatus* en los sitios de estudio en la Salina de Guerrero Negro y la Laguna Ojo de Liebre, durante el periodo de octubre 2002 a marzo 2003. Valores de éxito de forrajeo con distinta literal entre sitios fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ). Planicie,  $n= 15$ ; Marisma,  $n=48$ ; Salitres,  $n= 28$ ; Vaso 8  $n= 48$ .

### *Tamaño de parvada*

En los cuatro sitios, lo más común fue observar a *Catoptrophorus semipalmatus* como individuo solitario. Hubo diferencias significativas en el tamaño de parvada entre los sitios ( $H=24.0$ , 3 gl,  $P<0.0001$ ) (Figura 10). En la Planicie la parvada más grande observada fue de 150 individuos. Se registraron 14 observaciones de individuo solitario y 23 en grupos de dos o más individuos. De estas 23 parvadas, 12 fueron mixtas (4 con *Tringa melanoleuca* y 8 con *L. fedoa*) y 11 fueron monoespecíficas. En Marisma la parvada más grande fue de 20 individuos. Se registraron 45 observaciones de individuo solitario y 23 en parvadas. De éstas, tres fueron mixtas (dos con *L. fedoa* y una con *N. americanus*) y 20 parvadas fueron monoespecíficas. En Salitrales la parvada mayor fue observada de 25 individuos. Se registraron 33 observaciones de individuo solitario y 18 en parvadas. De estas 18 parvadas, siete fueron mixtas (cinco con *L. fedoa*, una con *L. fedoa* y *T. melanoleuca*, una con *L. fedoa* y *T. flavipes*) y 11 fueron monoespecíficas. En Vaso 8, la parvada mayor fue de 620 individuos. Se registraron 36 observaciones de individuo solitario y 50 en grupos de dos o más. De estas 50

parvadas, 37 fueron mixtas (con *L. fedoa*, *T. melanoleuca*, *Recurvirostra americana* e *Himantopus mexicanus*) y 13 monoespecíficas.

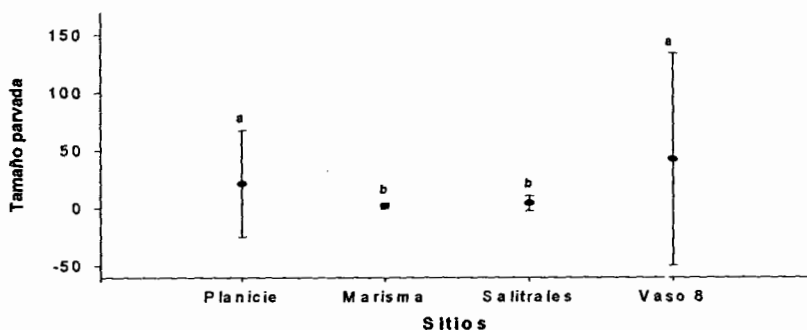


Figura 10. Tamaño de parvada promedio y desviación estándar de *Catoptrophorus semipalmatus* en los sitios de muestreo en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante el periodo de octubre del 2002 a marzo del 2003. Los sitios con diferente letra fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ).

### *Numenius americanus*

#### *Abundancia de la especie*

*Numenius americanus* presentó la menor abundancia de las especies estudiadas. Respecto a la abundancia total de la especie



en los cuatro sitios de estudio, octubre fue el mes donde se observó mayor número de individuos y en febrero fue el mes más bajo (Figura 11). En lo que corresponde a la abundancia por sitio, el Vaso 8 no se tomó en cuenta en este análisis porque no se observaron individuos de *N. americanus* durante toda la temporada. No hubo diferencias significativas ( $F= 2.1$ , 3gl,  $P>0.05$ ) entre los 3 sitios de estudio (cuadro 2). En la Marisma fue el sitio donde se observó con mayor frecuencia y en mayor abundancia.

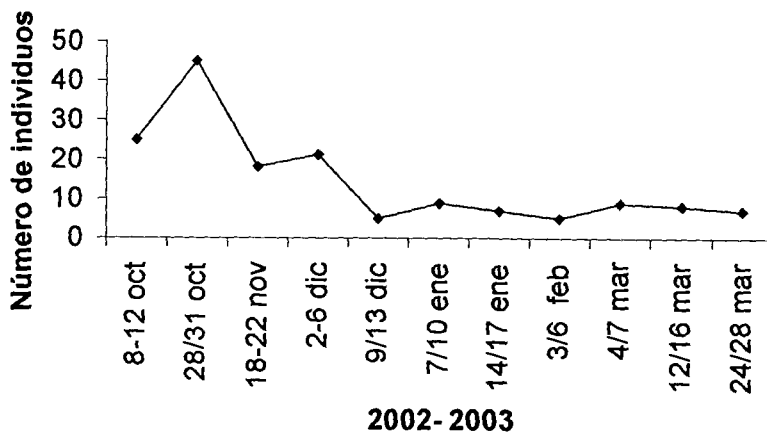


Figura 11. Abundancias totales de *Numenius americanus* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur.

Cuadro 2. Número máximo de individuos de *Numenius americanus* registrados en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la laguna Ojo de Liebre Baja California Sur, durante octubre 2002- marzo 2003. ( $P>0.05$ ).

Sitio/ Periodo	PLANICIE	MARISMA	VASO 8	SALITRALES
8-12 Oct 02	7	15	0	3
26-31 Oct 02	5	22	0	18
18-22 Nov 02	3	12	0	3
2-6 Dic 02	6	11	0	4
9-13 Dic 02	4	0	0	1
7-10 Ene 03	2	1	0	6
14-17 Ene 03	3	0	0	2
3-6 Febr 03	2	0	0	3
4-7 Mar 03	6	1	0	2
12-15 Mar 03	3	4	0	1
24-27 Mar03	5	2	0	0
<b>X</b>	4.182 <sup>a</sup>	6.182 <sup>a</sup>	0	3.909 <sup>a</sup>

#### *Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día*

Esta especie exhibió un patrón de conducta muy diferente a *L. fedoa* y *C. semipalmatus*. Estuvo ausente del Vaso 8 (Figura 11 ) MANOVA reveló que no hay efecto del hábitat ( $\lambda=0.849$ ,  $P=0.699$ ) y marea ( $\lambda=0.895$ ,  $P=0.413$ ) en el tiempo dedicado a cada actividad. No hubo ninguna interacción con las variables, y si hubo influencia

de la hora del día ( $\lambda=0.064$ ,  $P=0.017$ ), pues se alimentó más durante la mañana en todos los sitios y vigiló muy poco por la mañana (Figura 12). Por la poca representatividad de la actividad de agresión (menor al 0.5% de las observaciones) por esta especie, en la figura 12 se omitió esta actividad. Sin embargo en el análisis estadístico sí fue considerada.

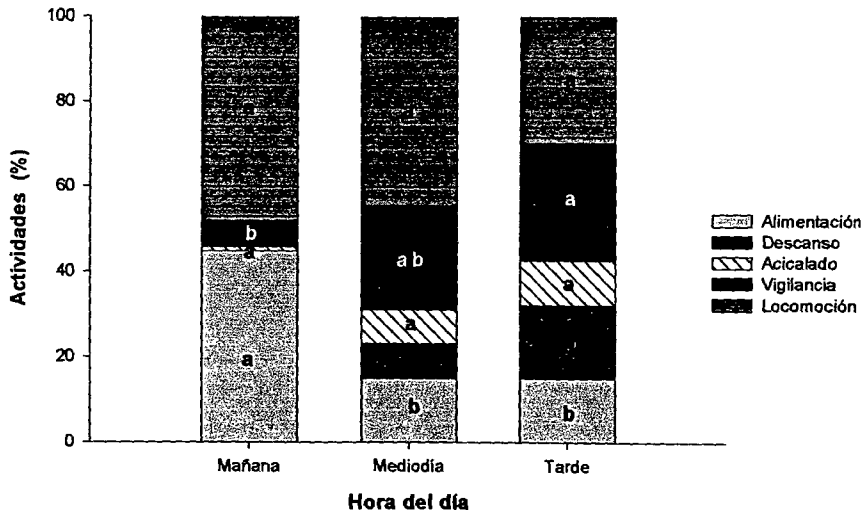


Figura 12. Tiempo total dedicado a cada actividad por hora del día de *Numenius americanus* en la Salina de Guerrero Negro y la laguna Ojo de Liebre, durante octubre 2002- marzo 2003. Actividades con diferente literal entre sitio fueron significativamente diferentes ( $P<0.05$ ). Con base en 64 observaciones (12 en la mañana, 26 mediodía y 25 tarde).

### *Técnica y éxito de forrajeo*

Esta especie utilizó, mayormente la técnica visual para detectar sus presas. Sin embargo en Salitrales utilizó preferentemente la técnica táctil.

El éxito de forrajeo fue significativamente diferente entre los sitios ( $H= 6.07$ ,  $gl = 2$ ,  $P < 0.05$ ). Siendo más exitoso en la Marisma. En general, tuvo un éxito de forrajeo bajo: Planicie (29.7%), Marisma (39.1%) y en Salitrales (16.5%). Donde obtuvo mayor éxito de forrajeo utilizó la técnica visual, y donde obtuvo menor éxito de forrajeo fue en el sitio donde utilizó preferentemente la técnica táctil (Figura 13).

Durante las observaciones de campo, fue más común ver a *N. americanus* caminando o vigilando que atrapando presas.

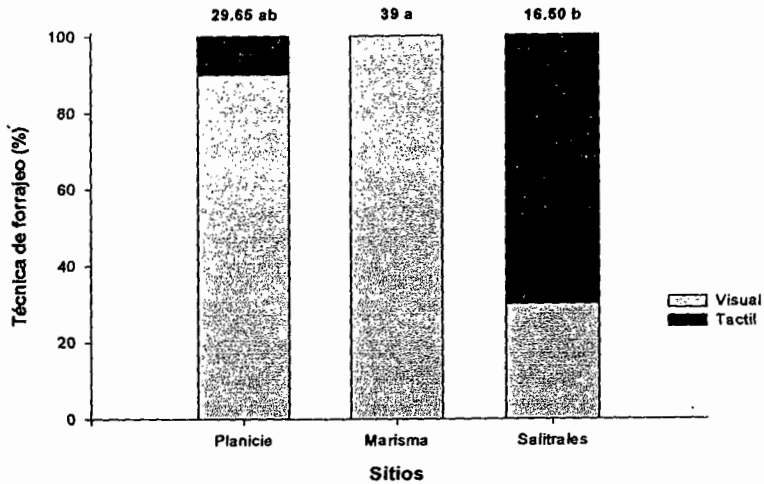


Figura 13. Técnica de forrajeo y éxito de forrajeo en porcentaje empleados por *Numenius americanus* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante el periodo de octubre 2002 a marzo 2003. Valores de éxito de forrajeo con distinta literal entre sitios fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ). Con base en 43 observaciones. Planicie,  $n=20$ ; Marisma,  $n=13$ ; Salitrales,  $n=10$ .

#### Tamaño de parvada

Generalmente, los individuos de *Numenius americanus* se observaron solitarios. No hubo diferencias significativas entre sitios en el tamaño de parvada ( $H= 0.715$ , 2 gl. , $P>0.05$ ). En la Marisma y la Planicie se observó solo en una ocasión acompañado de otro individuo de la misma especie y solo una ocasión se observó en la Planicie en compañía de cinco individuos de *C. semipalmatus* descansando.

*Limosa fedoa**Abundancia de la especie*

En noviembre se observó la mayor abundancia de esta especie, posteriormente su abundancia disminuyó. En febrero e inicio de marzo tuvo un ligero repunte. Los dos últimos muestreos correspondientes al mes de marzo fueron lo menos abundantes (Figura 14 ). Se encontró en los cuatro sitios muestreados. La marisma fue donde hubo menos individuos, los otros sitios fueron similares entre ellos con una mayor abundancia ( $F=5.8$ , 3gl.,  $P<0.05$ ).

Los dos últimos muestreos correspondientes al mes de marzo fueron lo menos abundantes (Figura 14 ). Se encontró en los cuatro sitios muestreados. La marisma fue donde hubo menos individuos, similares entre ellos con una mayor abundancia (Cuadro 3).

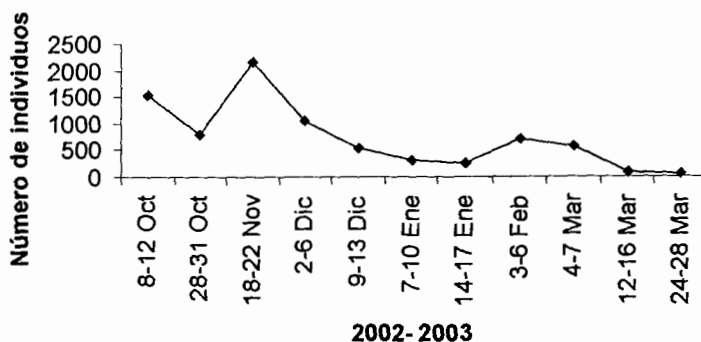


Figura 14. Abundancias totales de *Limosa fedoa* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y la laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur, durante el periodo de octubre 2002 a 2003.

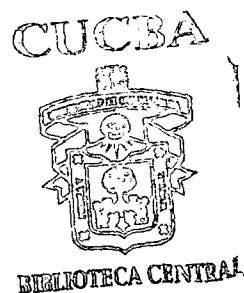
Cuadro 3. Número de individuos de *Limosa fedoa* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre de 2002-Marzo 2003. Los datos con diferente letra son significativamente diferentes.

Sitio/ Periodo	PLANICIE	MARISMA	VASO 8	SALITRALES
8-12 Oct 02	450	26	130	935
26-31 Oct 02	418	9	90	269
18-22 Nov 02	290	7	1500	365
2-6 Dic 02	260	15	600	180
9-13 Dic 02	120	7	350	51
7-10 Ene 03	90	1	150	80
14-17 Ene 03	150	1	25	70
3-6 Febr 03	600	40	70	1
4-7 Mar 03	550	0	3	15
12-15 Mar 03	60	5	0	20
24-27 Mar 03	40	0	0	5
<b>X</b>	275.27 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	265.27 <sup>a</sup>	181 <sup>a</sup>

### *Tiempo dedicado a las diferentes actividades durante el día*

Los resultados del análisis MANOVA mostraron que el sitio( $\lambda=0.752$ ,  $P<0.001$ ) y la hora del día( $\lambda=0.895$ ,  $P<0.001$ ) tuvieron un efecto significativo. No hubo efecto significativo de la marea, ni tampoco hubo interacción entre sitio-hora, ni sitio-marea.

La especie exhibió diferencias en el tiempo dedicado a las actividades en diferentes sitio. En el Vaso 8 dedicó más tiempo a descansar en Marisma dedicó un mayor tiempo a la vigilancia, mientras que en las dos playas lodosas (salitrales y Planicie) dedicó la mayor proporción de tiempo a alimentarse (Figura 15). En todos los sitios, *L. fedoa* se alimentó más durante las mañanas, el tiempo en las demás actividades fue similar durante los tres periodos del día (Figura 16). Por la poca representatividad de la actividad de agresión (menor al 0.5% de las observaciones) por esta especie, en las figuras 15 y 16 se omitió esta actividad. Sin embargo en el análisis estadístico si fue considerada.





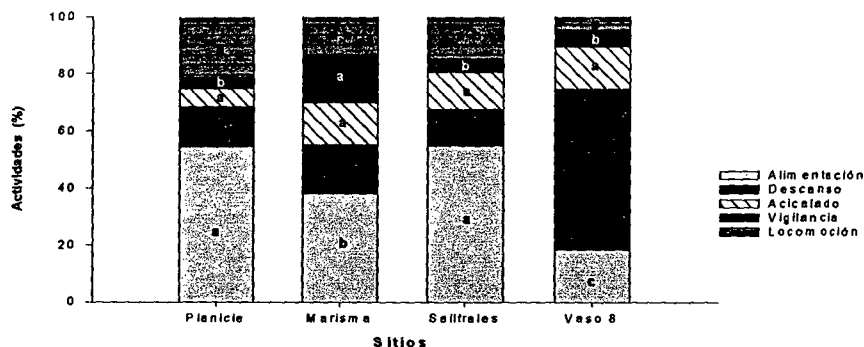


Figura 15. Tiempo total dedicado a cada actividad por sitio de *L. Fedoa* en la Salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de liebre, durante octubre 2002-marzo 2003. Actividades con diferente literal entre sitios fueron significativamente ( $P < 0.05$ ). Con base en 329 observaciones Planicie,  $n=94$ ; Marisma,  $n=36$ ; Salitrales,  $n=105$ ; Vaso 8,  $n=94$ .

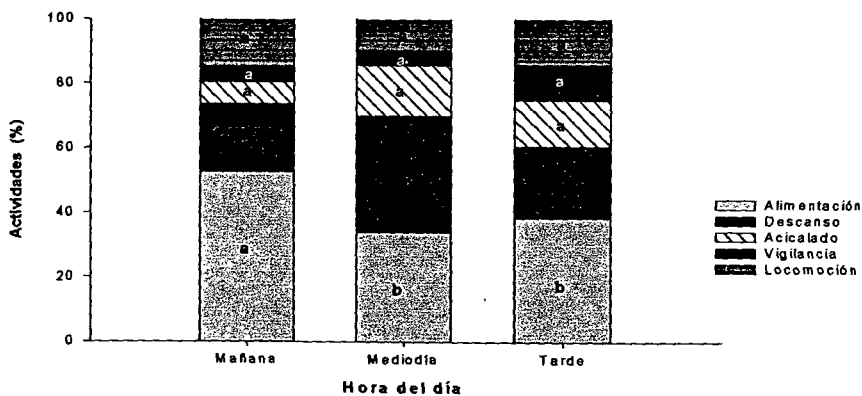


Figura 16. Tiempo total dedicado a cada actividad por hora del día para *L. fedoa* en la Salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante octubre 2002 a marzo 2003. Actividades con diferente literal entre sitios fueron significativamente diferente ( $P < 0.05$ ). Con base en 329 observaciones. 104 en mañana, 134 mediodía y 91 tarde. ( $P < 0.05$ ). Se omitió la actividad de agresión porque representó menos del 0.05% de las observaciones.

### Técnica y éxito de forrajeo

La técnica utilizada con mayor frecuencia para detectar presas en *L. fedoa* fue la táctil, excepto en el Vaso 8, donde utilizó preferentemente la visual (Figura 16). En el éxito de forrajeo no hubo diferencias significativas entre los sitios ( $P > 0.05$ ). En la Planicie =54.18%, Marisma =40.09%, Salitrales =49.68% y Vaso 8 =55.63 (Figura 17) .

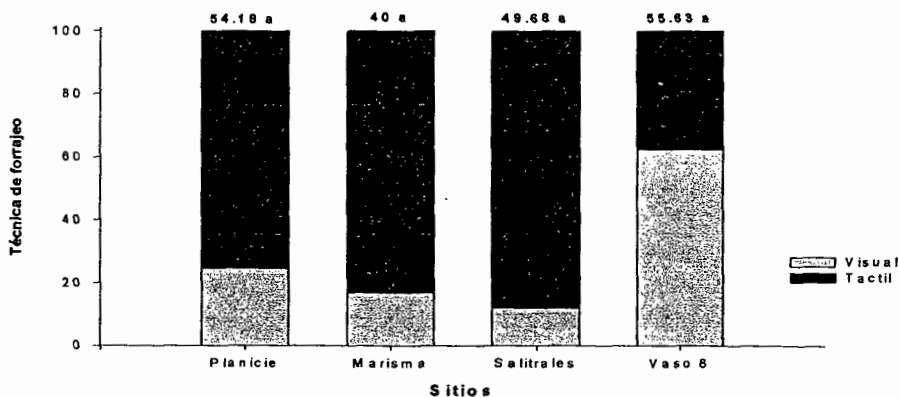


Figura 17. Técnica y éxito de forrajeo en porcentaje empleados por *Limosa fedoa* en los sitios de estudio en la Salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante el periodo de octubre 2002 a marzo 2003. No hubo diferencias significativas en el éxito de forrajeo entre sitios. ( $P > 0.05$ ). Con base en 197 observaciones. Planicie, n =74; Marisma, n =23; Salitrales, n =76; Vaso 8, n=24.

### *Tamaño de parvada*

Al comparar el número de individuos entre los sitios, se encontraron diferencias significativas ( $H= 106.1$ ,  $gl= 3$ ,  $P<0.0001$ ) (Figura 18). En la Planicie la parvada más grande fue de 500 individuos. Se realizaron 30 observaciones de individuo solitario y 64 en grupos de dos o más individuos. De estas 64 parvadas, 5 fueron mixtas ( dos con *C. semipalmatus*, dos con *N. americanus* y una con *Haematopus palliatus*) y 59 parvadas fueron parvadas monoespecíficas. En Salitrales la parvada más grande fue de 30 individuos. Se registraron 53 observaciones de individuo solitario y 52 formando grupos. De las 52 parvadas observadas, 7 son mixtas ( 5 con *C. semipalmatus*) y 45 monoespecíficas. En Marisma, la parvada más grande fue de 20 individuos. Se realizaron 22 observaciones de individuo solitario y 14 en grupo. De estas 14 parvadas, 2 fueron mixtas (acompañadas de *C. semipalmatus*) y 12 *C. semipalmatus* y dos con *T. melanoleuca* y *C. semipalmatus*) y 45 parvadas fueron monoespecíficas. En el Vaso 8, la parvada mayor fue de 600 individuos aproximadamente. Se realizaron 13 observaciones de individuo solitario y 81 parvadas de dos o más individuos. De las 81 parvadas observadas, 71 fueron mixtas

(principalmente con *C. semipalmatus*, *R. americana* y *H. palliatus*) y 10 fueron monoespecíficas.

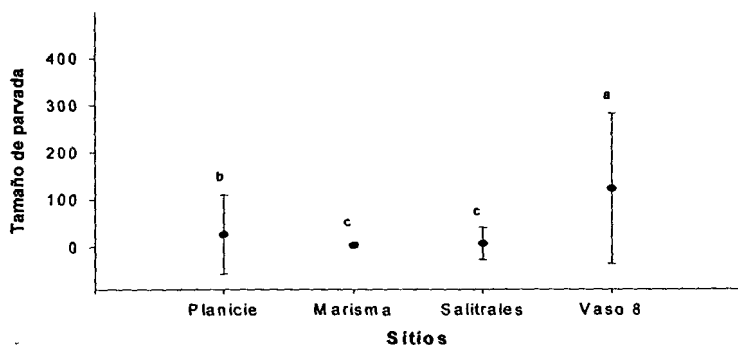


Figura 18. Tamaño de parvada promedio y desviación estándar de *L. fedoa* en los sitios de estudio en la salina de Guerrero Negro y en la Laguna Ojo de Liebre, durante el periodo de octubre del 2002 a marzo del 2003. Los sitios con diferente letra fueron diferentes significativamente ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

### *Catoptrophorus semipalmatus*

La mayor abundancia total de la especie fue en octubre y el ligero repunte de febrero-marzo se debió a que hay una utilización diferencial (otoño y primavera) de la península (Carmona *et al.* 1999). Durante el otoño hay una mayor abundancia debido a la presencia de individuos que usan la localidad como sitio de escala, el descenso posterior se relaciona con la partida de estos individuos. Entre diciembre y enero quedan los individuos que invernan en el área. El incremento durante la primavera fue ligero pues incluye solo a los individuos que se quedaron a invernar en el sur de la península (Carmona *et al.* 1999).

Aunque hay una aparente diferencia en las abundancias entre sitios (Cuadro 1) el análisis no lo detectó. Esto concuerda con lo observado durante el estudio. Al no haber diferencias significativas entre los sitios probablemente indica que la especie es generalista en cuanto a la selección de hábitat.

Pese a que no hubo diferencias significativas en la abundancia entre sitios, si hubo diferencias en la manera que cada hábitat fue utilizado para las diferentes actividades. Así, la proporción de tiempo dedicado a acicalarse fue mayor en la planicie, probablemente debido a la conjunción de dos factores: 1) La planicie permanecía inundada durante largos periodos, lo que restringía otras actividades; 2) aparentemente junto con el vaso 8 son los sitios más abiertos y seguros. También, en la planicie el tiempo de locomoción fue menor que en el resto de los hábitat, lo que puede ser producto de la dependencia entre las actividades. Es decir, al dedicar más tiempo a acicalarse disminuyó el tiempo de locomoción. En la marisma la especie dedicó una mayor proporción de tiempo a la vigilancia, pues como se ha observado en otras especies de aves, al obstruirse la visibilidad (Guillemain y Firtz 2001), *C. Semipalmatus* para disminuir el riesgo de depredación aumentó la tasa de vigilancia.

Evans (1976) sostiene que de los factores abióticos, la marea es el factor más determinante en la conducta de los playeros. Sin embargo, en este estudio la marea y la hora del día no influyeron en la conducta de *C. semipalmatus*. No obstante, la hora del día tuvo

interacción significativa con el hábitat. El forrajeo durante las mañanas se debe a que las aves tienen un déficit de energía durante la noche, mientras que el forrajeo por la tarde coincide con la actividad de los insectos (De Leon y Smith 1999). En la Bahía de Delaware, E.U.A., las aves playeras prefirieron alimentarse durante la mañana (Burger *et al.* 1997).

*Catoptrophorus semipalmatus* tuvo un éxito de forrajeo mayor en los sitios donde utilizó solo la técnica de forrajeo visual (Planicie, marisma y vaso 8), y más bajo en salitrales, donde utilizó ambas técnicas de forrajeo. Sin embargo, el ser oportunista permite cambiar de estrategia para aprovechar los recursos disponibles (Skagen y Knopf. 1993) ya que es importante para continuar con una migración exitosa y llegar a los sitios de parada (Davis y Smith 1998 Davis y Smith 2001).

En la planicie y la marisma fue común observar a los individuos de esta especie depredando sobre moscas halófilas, las que se concentraban en las orillas al subir la marea. En el vaso 8 también se concentraban moscas y fue común la presencia de *Artemia sp.*

En salitrales no se observaron concentraciones grandes de moscas halófilas y no había presencia de *Artemia sp.* Por lo tanto, la

menor cantidad de presas visuales probablemente obligó al uso de forrajeo táctil, la cual causó una disminución del éxito de forrajeo (Turpie y Hockey 1997).

*Catoptrophorus semipalmatus* fue preferentemente solitario, en concordancia con su preferencia por el forrajeo visual, la cual requiere de una área amplia para la búsqueda de presas, por lo que se evitan concentraciones de otras aves, especialmente las que se alimentan de manera táctil (Pienkowsky 1983, Barbosa 1995). Barbosa (1997a) también encontró que *Calidris alpina* cuando utilizó la técnica de forrajeo visual; forrajeó solo o formando grupos más pequeños que cuando uso la técnica táctil.

Las parvadas mayores fueron mixtas y ocurrieron en la Planicie y Vaso 8. Esta especie dedicó una proporción de tiempo alta a actividades de acicalado en la planicie, mientras que se unió a grupos grandes de descanso, principalmente de *Limosa fedoa* en el vaso 8. Las especies que componían las parvadas fueron de tamaños similares, con lo cual obtienen beneficios como la detección temprana de depredadores, efectos de confusión del depredador y efectos de dilución del riesgo de depredación (Bernard y Thompson 1985).



El uso que *Catoptrohorus semipalmatus* dio a los hábitat de la Salina se explica con la hipótesis de “preferencia de hábitat” (Masero, 2000). Esta especie se alimentó en los estanques de la salina aún cuando los sitios naturales estuvieron disponibles para forrajear, pero en el otro sitio artificial, salitrales tuvo un menor éxito de forrajeo. De manera similar, flamingos migratorios y algunas aves playeras residentes en Sudáfrica prefirieron forrajear en una salina por sobre un estuario en el invierno. Esto se atribuyó a que el periodo coincidió con la biomasa máxima de *Artemia* sp. dentro de la salina, y que no había filamentos de algas que entorpecían el forrajeo de las aves acuáticas, como sucedía en los sitios intermareales (Velásquez y Hockey 1992).

#### *Numenius americanus*

Esta especie se presentó en abundancias bajas en los hábitat donde se observó lo que coincide con conteos realizados por Carmona y Danemann (1998) dentro de la salina. La abundancia total de la especie exhibió un pico de abundancia a finales de octubre, acorde con los movimientos migratorios de otoño (Carmona et al. 1999). A finales de noviembre la abundancia permaneció

estable pues solo quedaban en el área los individuos que invernaron en el complejo lagunar.

*Numenius americanus* nunca estuvo presente en el Vaso 8, lo que se puede atribuir a que el sustrato en este hábitat es duro por la acumulación de sales y el pico de *N. americanus* está adaptado para capturar presas que se encuentran enterradas en sustratos blandos (Dugger y Dugger 2002). *N. americanus* prefirió forrajear durante las mañanas, probablemente debido al déficit energético acumulado durante la noche (De Leon y Smith 1999), lo que se reflejó en un tiempo menor dedicado a vigilancia. La alimentación no fue su actividad principal, pero cuando lo hizo, prefirió capturar cangrejos, los cuales son presas grandes con mayor valor energético, lo que refleja una especialización en su dieta (Stenzel y Page 1976).

El éxito de forrajeo mayor ocurrió en la Marisma, donde utilizó exclusivamente la detección visual para ubicar galerías que potencialmente contenían presas. En la Planicie y Salitrales usó además detección táctil, y al aumentar la proporción de individuos usando esta técnica, el éxito de forrajeo decreció substancialmente. Lo anterior indica que el mejor hábitat fue la marisma, pues requirió

de una sola técnica y fue donde obtuvo el mayor éxito de forrajeo. En este sentido, los hábitat naturales son mejores para *N. americanus* que los artificiales.

Normalmente, se observaron como individuos solitarios, acorde con su técnica de forrajeo, la cual requiere de un territorio amplio (Pienkowsky 1983). De hecho en esta especie se presenta el comportamiento territorial (Colwen y Mathis 2001, Mathis 2001).

Esta especie no se apegó a ninguna de las tres hipótesis propuestas por Masero *et al.* (2000), pues no hubo una preferencia por algún sitio de la salina. La disponibilidad de hábitat natural no influyó en su selección, pues no hubo efecto por marea y tampoco hubo disturbio que pudiera influir en la elección. Dado que *N. americanus* es una especie territorial y que requiere de territorios amplios (Colwen y Mathis 2001, Mathis 2001), la exclusión competitiva pudo ser la causa de que estuviera presente en sitios de calidad aparentemente menor como Salitrales.

*Limosa fedoa*

La abundancia mayor observada en octubre y el ligero incremento de febrero, inicio de marzo se debió a la utilización diferencial (otoño-primavera) de la península (Carmona *et al.* 1999), al igual que en *C. semipalmatus*. La abundancia fue diferente en los diferentes sitios. Marisma fue el sitio donde la abundancia fue menor. Al realizar las observaciones en campo siempre se encontraron pocos grupos y muy pequeños y, en ocasiones, no se encontraban individuos de esta especie. Esto puede ser debido a que en Marisma obtuvo el menor éxito de forrajeo (Figura 17 ).

*Limosa fedoa* utilizó los hábitat de manera diferente. Prefirió alimentarse en la planicie y salitrales (Figura 15 ), debido a que su técnica de forrajeo es principalmente táctil (Gratto-Trevor 2000). Por lo tanto, prefirieron sustratos blandos. Probablemente utilizó la Marisma y el Vaso 8 sólo como una alternativa para el forrajeo (Burger *et al.* 1997, Masero *et al.* 2000, Brusati *et al.* 2001, Long y Ralph 2001, Barbosa 1997a, Sherperd *et. al.* 2003) y completar sus requerimientos energéticos (Skagen y Knopf 1993). Como consecuencia dedicar más tiempo a la alimentación en estos sitios se reflejó un mayor tiempo a la locomoción. Utilizó el Vaso 8

preferentemente para descansar, pues el agua estaba estancada, había pequeñas planicies donde podía perchar y había buena visibilidad que permitía detectar mejor a sus depredadores. *L. fedoa* dedicó mayor tiempo a la vigilancia en la Marisma como lo hicieron *N. americanus* y *C. semipalmatus* por la cobertura vegetal que impide la detección temprana del depredador y se compensa con una mayor tasa de vigilancia (Guillemain y Fritz 2001).

La hora del día influyó en la conducta de *Limosa fedoa*, pues prefirió forrajear durante las mañanas. Aún, cuando la marea era alta en la Planicie, *L. fedoa* se alimentaba a la orilla del agua para seguir forrajearo por la mañana . Esto se debió probablemente al déficit energético acumulado durante la noche (De León y Smith 1999). *L. fedoa* obtuvo un éxito de forrajeo similar en todos los sitios, esto se puede atribuir a que utilizó ambas técnicas de forrajeo en todos los sitios. La técnica visual la utilizó como una alternativa para forrajear y completar sus requerimientos energéticos ( Skagen y Knopf 1993 ).

*Limosa fedoa* se encontró principalmente formando grupos debido a que la especie es de hábitos gregarios (Gratto-Trevor 2000). Incluso en la alimentación formaron grupos, aunque más pequeños

que para las otras actividades. Esto debido a que forrajearon principalmente de manera táctil y no necesitaba de un amplio espacio para forrajear ( Pienkowski 1983, Barbosa 1997b). Además, el alimentarse en parvadas les ayudó, en primer instancia, a proveer información acerca de la localización de presas (Bernard y Thompson 1985).

En el Vaso 8 se registraron las parvadas mayores, debido a que este sitio lo utilizaron preferentemente para descansar. La formación de parvadas grandes ya fuera mixtas o monoespecíficas, al igual que en *C. semipalmatus* les permitiría algunos beneficios compartidos (Bernard y Thompson 1985). Más del 50% de las observaciones de alimentación se refieren a observaciones en los estanques de la salina, aún cuando los sitios naturales están disponibles para forrajear lo que indica una preferencia de este hábitat (Masero *et al.* 2000).

Otro factor abiótico que afectó la conducta de las aves playeras fue el viento. A velocidades mayores de 6 m/s, todas las aves suspendían sus actividades: se alejaron para agruparse y, en la marisma se escondían en la vegetación. Con la velocidad alta del

viento se incrementa la pérdida de calor de un ave y decrece la disponibilidad de presas (Evans 1976, Burger 1984).

Aún cuando las aves vigilaron durante una mayor proporción de tiempo en la Marisma, en general las tres especies vigilaron poco. Esto es coherente en que los playeros de talla grande ya que vigilan poco porque tienen pocos depredadores en comparación de los playeros de tamaño pequeño (Metcalf 1984).

En este estudio hubo muy pocos eventos agresivos durante la temporada. El tiempo dedicado a agresiones, lo que es similar a lo estudiado por otros playeros (Morrier y Mc Neil 1991). Dado que la agresión que ocurre durante la migración está asociada principalmente con la alimentación (Recher y Recher 1969). La baja agresión sugiere que hay bastante alimento en los sitios estudiados.

## CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluyó que:

La abundancia total de las tres especies estuvo determinada por el patrón migratorio, con las mayores abundancias entre octubre y noviembre, para después disminuir, quedando solo las invernantes de enero a marzo. En *Catoptrophorus semipalmatus* y *Limosa fedoa*, hubo un ligero incremento durante la migración de primavera.

Cada especie exhibió preferencias distintas. Para *Catoptrophorus semipalmatus* los cuatro hábitat fueron iguales, mientras que en *Limosa fedoa*, la abundancia fue significativamente menor en marisma. *Numenius americanus* estuvo ausente en Vaso 8. Estas diferencias se explican por las características del hábitat y las adaptaciones de forrajeo de cada especie.

La marea no influyó significativamente en la conducta de ninguna de las tres especies de aves.



La velocidad del viento fue un factor importante cuando fue mayor a 6 m/s., lo cual provocó que las aves se alejaran.

*En Catoptrophorus semipalmatus y Limosa fedoa* el hábitat y la hora del día influyeron en el patrón de actividades. En *Numenius americanus* solo influyó la hora del día.

Las especies estudiadas forrajearon más en la mañana y en la tarde lo que se puede relacionar con el déficit energético nocturno y la mayor actividad de las presas.

La técnica de forrajeo influyó en el éxito de forrajeo de las tres especies. En los hábitat donde se utilizó más de una técnica, el éxito de forrajeo fue menor. El uso de más de una técnica representó una alternativa ante la escasez de presas.

El tamaño promedio de parvada dependió de la actividad predominante en cada hábitat y del método de detección de presas utilizado. Los tamaños de parvada mayores ocurrieron en sitios de descanso y acicalado.

Para *Catoptrophorus semipalmatus* y *Limosa fedoa* los estanques de la salina fueron tan importantes como los hábitat naturales. *Numenius americanus* prefirió los sitios naturales, pero la zona de

salitrales pareciera tener importancia como hábitat de menor calidad.

## LITERATURA CITADA

- Altman, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Barbosa, A. 1993. Turnstone-like feeding in redshank. *Wader study Group Bulletin* 71:34-35.
- Barbosa, A. 1995. Foraging strategies and their influence on scanning and flocking behaviour of waders. *Journal of Avian Biology* 26:182-186.
- Barbosa, A. 1997a. Foraging habitat use in a Mediterranean estuary by Dunlin, *Calidris alpina*. *Journal of Coastal Research*, 12:996-999.
- Barbosa, A. 1997b. Foraging strategy and predator avoidance behaviour: an intra-specific approach. *Acta Ecologica* 18:615-620.
- Bent, A. 1928. Life histories of North American shorebirds, Part. II. Dover. 412pp.
- Bernard, C. y D.B.A. Thompson. 1985. Gull and plovers. The Ecology and behaviour of mixed-species feeding groups. Columbia University Press. New York. 302 pp.

- Brabata, G. y R. Carmona. 1998. Conducta alimentaria de cuatro especies de aves playeras (Caradriliformes: Scolopacidae) en Chametla, B.C.S., México. *Biología Tropical* 47:239-243.
- Briton, R.H. y A.R. Johnson. 1987. An ecological account of a Mediterranean Salina: The salin de Giraud, Camargues (S. France). *Biological Conservation* 42:185-230.
- Brusati, E., P.J. Dubowy y T. Lacher. 2001. comparing ecological functions of natural and created wetlands for shorebirds in Texas. *Waterbirds* 24:371-380.
- Burger, J., M.A. Howe., D. Caldwell Hahn y J. Chase. 1977. Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds. *Auk* 94: 743-758.
- Burger, J. 1984. Abiotic factors affecting migrant shorebirds pp. 1-72 en: J. Burger and B.L. Olla (eds). *Shorebirds: migration and foraging behaviour. Behaviour of Marine animals, vol.6. Plenum. New York.*
- Burger, J., L. Niles y K.E. Clark. 1997. Importance of beach, mudflat and marsh habitats to migrant shorebirds on Delaware Bay. *Biological Conservation* 79:283-292.

- Canevari, P., G. Castro., M. Sallaberry y L.G. Naranjo. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Americas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali Colombia. 141pp.
- Carmona, R. 1995. Distribución temporal de aves acuáticas en la playa El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. Inv. Mar. CICIMAR 10:1-21.
- Carmona, R. y G. Danemann. 1998. Distribución espacio-temporal de aves en la Salina de Guerrero Negro, baja California Sur, México. 1998. 24:389-408.
- Carmona, R., G. Danemann., G. Fernández y G. Brabata. 1999. Utilización de la Península de Baja California en la Migración de las aves playeras. Memorias del VI Congreso de Ornitología Neotropical. Monterrey, México.
- Castellanos, A., F. Salinas y A. Ortega-Rubio. 2001. Inventario y conservación de la avifauna acuática reproductora de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas 27:351-373.

- Collwen, M. A. y R.L. Mathis. 2001. Seasonal variation in territory occupancy of non-breeding Long-billed Curlews in intertidal habitats. *Waterbirds* 24:208-216.
- Danemann, G., R. Carmona y G. Fernández. 2002. Mygratory shorebirds in the Guerrero Negro Saltworks, Baja California Sur, México. *Wader Study Group Bulletin* 97:36-41.
- Davidson, N. y P.R. Evans. 1986. The role and potential of man-made and man-modified wetlands in the enhancement of the survival of overwintering shorebirds. *Colonial Waterbirds* 9:176-188.
- Davis, C.A. y L.M. Smith. 1998. Behavior of migrant shorebirds in Playas of the Southern High Plains, Texas. *Condor* 100:266-276.
- Davis, S. E., E. Klaas y K.J. Koehler. 1989. Diurnal time-activity budgets and habitat use of Lesser Snow Geese *Anser caerulescens* in the middle Missouri River Valley during winter and spring. *Wildfowl* 40:45-54.
- Davis, C.A., y L. Smith. 2001. Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the southern great plains. *Auk* 118:484-495.

- Dawson, W.L. 1923. Birds of California, vol 2. Students' Edition. San Diego. 697-1432.
- De Boer, W.F. y F.A. Longamane. 1996. The exploitation of intertidal food resources in Inhaca Bay, Mozambique, by shorebirds and humans. *Biological Conservation* 78:295-303.
- De Leon, M.T. y L. Smith. 1999. Behavior of migrating shorebirds at North Dakota Praire Potholes. *Condor* 101:645-654.
- Dodd, S.L. y M.A. Colwell. 1998. Environmental correlates of diurnal and nocturnal foraging patterns of nonbreeding shorebirds. *Wilson Bulletin* 110:182-189.
- Dugger, B.D. y K.M. Dugger. 2002. Long Billed Curlew monography. *The birds of North America*, 628:1-28.
- Elphick, C.S. 2000. Functional equivalency between rice fields and seminatural wetland habitats. *Conservation Biology* 14:181-191.
- Erwin, R.M., J.S. Hatfield., M.A. Howe y S. Klugman. 1994. Waterbird use of saltmarsh wetlands created for open marsh water management. *Journal Wildlife Manege* 58:516-527.

- Evans, P.R. 1976. Energy and optimal foraging strategies in shorebirds: some implications for their distributions and movements in the non-breeding season. *Ardea* 64:117-139.
- Ewald, U. 1997. La industria salinera de México 1560- 1994. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 575 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México D.F. 252 pp.
- Goss-Custard, J.D. y S. Durell. 1990. Bird behaviour and environmental planning: approaches in the study of wader populations. *Ibis* 132:273-289.
- Gratto-Trevor, C.L. 2000. Marbled Godwit monography. *Birds of North America* 492:1-23.
- Guillemain, M., P. Duncan y H. Fritz. 2001. Switching to a feeding method that obstructs vision increases head-up vigilance in dabbling ducks. *Journal of Avian Biology* 32:345-348.
- Howe, M.A. 1982. Social organization in a nesting population of Eastern Willets (*Catoptrophorus semipalmatus*). *Auk* 99:88-102.
- Howes, J. y D. Bakewell. 1989. Shorebirds studies manual. AWB Publication No. 55. Kuala Lumpur. 361 pp.



- Kalejta, B. 1992. The budgets and predatory impact of waders at the Berg river Estuary, South Africa. *Ardea* 80: 327-342.
- Kalejta, B. y P.A.R. Hockey. 1994. Distribution of shorebirds at the Berg River estuary, South Africa, in relation to foraging mode, food supply and environmental features. *Ibis* 136: 233-239.
- Kramer, G. y Migoya, R. 1989. The Pacific coast of Mexico: Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas 507-528.
- Lauren, B. 1992. Grassland. The Audubon Society. New York 606 pp.
- Le. S. y V. D. Durell 2000. Individual feeding specialisation in shorebirds: population consequences and conservation implication. *Biology Rev.* 75:503-518.
- León de la Luz, J.L., J. Cancino. y L. Arriaga. 1991. Asociaciones fisonómico-florísticas pp. 145-157 en: A. Ortega, L. Arriaga. La reserva de la biosfera el Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de investigaciones biológicas de Baja California Sur A.C. pp: 317.

- Long, L. y J. Ralph. 2001. Dynamics of habitat use by shorebirds in estuarine and agricultural habitats in Northwestern California. *Wilson Bulletin* 113:41-52.
- Lowther, E. P., H.D. Douglas III y C. L. Gratto-Trevor. 2001. Willet monography. *The Birds of North America* 579:1-29.
- Maimone-Celorio, M.R. y E. Mellink. 2003. Shorebirds and benthic fauna of tidal mudflats in Estero de Punta Banda, Baja California, México. *Bulletin Southern California Academy of Sciences* 10:26-38.
- Masero, J.A., A. Pérez-Hurtado., M. Castro y G.M. Arroyo. 2000. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent salinas by foraging waders. *Ardea* 88:177-191.
- Masero, J.A. 2003. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. *Biodiversity and Conservation* 46:89-96.
- McNeil, R. y G. Rompré. 1995. Day and feeding territoriality in Willets *Catoptrophorus semipalmatus* and Whimbrel *Numenius*

- phaeopus* during the non-breeding season in the tropics. *Ibis* 137:169-176.
- Mellink. E., E. Palacios y S. González. 1997. Non-breeding waterbirds of the Delta of the Río Colorado, México. *Journal Field Ornithology* 68:113-123.
- Metcalf, N.B. 1984. The effects of mixed-species flocking on the vigilance of shorebirds: who do they trust?. *Animal Behaviour* 32:986-993.
- Metcalf, N.B. y R.W. Furness. 1986. Agression in shorebirds in relation to flock density and composition. *Ibis* 129: 553-563.
- Morrier, A. y R. McNeil. 1991. Time-activity budget of wilson's and semipalmated plovers in a tropical environment. *Willson Bulletin* 103:598-620.
- Morrison, R. I.G., R.K. Roos., y S. Torres. 1992. Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. Progress notes. Canadian Wildlife Service Canadian Ministry of the Environment, 12 pp.
- Myers, J.P. 1984. Spacing behavior of nonbreeding shorebirds. *Behavior Marine Animal* 6:271-321.

- Myers, J.P., R.I.G. Morrison., P.Z. Antas., B.A. Harrington., T.E. Lovejoy., M. Sallaberry., Stanley E. Senner y A. Tarak. 1987. Conservation strategy For Migratory Species.1987. American Scientist 75:19-26.
- Ortega, A. y L. Arriaga. 1991. La Reserva de la biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California Sur. A.C. pp. 228.
- Page, G.W. y R.E. Gill Jr. 1994. Shorebirds in western North America:Late 1800s to late 1900s. Studies in Avian Biology 15:147-160.
- Page, G.W. y E. Palacios. 1993. Winter shorebirds numbers in wetlands along the west coast of Baja California. PRBO-CICESE. Ensenada Baja California. 16 pp.
- Page , G.W., E. Palacios., L. Alfaro., S. González., L.E. Stenzel y M. Jungers. 1997. Numbers of wintering shorebirds in coastal wenlands of Baja California, México. Journal field ornithology 68:562-576.
- Palacios, E., A. Escofet., D.H. y Loya-Salinas. 1991. El Estero de Punta Banda, B.C. México como "Corredor del Pacífico": Abundancia de aves playeras. Ciencias Marinas 17:109-131.

- Peterson, R.T. y E.L. Chalif. 1989. Aves de México: Guía de Campo. Diana. México. 473 pp.
- Pienkowsky, M. 1983. Changes in the foraging pattern of plovers in relation to environmental factors. *Animal Behaviour* 31: 244-264.
- Rappole, J.H. y M.V. McDonald. 1994. Cause and effect in population declines of migratory birds. *The Auk* 111:652-660.
- Recher, H.F. y J. Recher. 1969. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. II. Agression. *The Wilson Bulletin* 81:140-154.
- Richard, A. 1988. Shorebirds: A complete guide to their behavior and migration. Gallery books (eds). New York. 224 pp.
- Ricklefs, E. 1998. Invitación a la ecología. 4°ed. Panamericana. Argentina 642 pp.
- Robert y Mc Neil 1989. Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis* 131:69-79.
- Schnack, J.A., F.O. De Francesco., U. R. Colado., M.L. Novoa y E.J. Schnack. 2000. Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina. *Ecología Austral*, 10:63-80.

- Shepherd, P., L.J.Evans Ogden y D.B. Lank 2003. Integrating marine and terrestrial habitats in shorebird conservation planning. Wader Study Group Bulletin 100: 40-42.
- Shuford, W.D., G. Page y J.E. Kjelson. 1998. Patterns and dynamics of shorebird use of California's Central Valley. The Condor 100: 227-244.
- Skagen, S.K. y F.L. Knopf. 1993. Towards conservation of midcontinent shorebird migration. Conservation Biology 7:533-541.
- Smith, R.L. y T.M. Smith 2001. Ecología. 4ª ed. Addison Wesley. España 642 pp.
- Stenzel, L.E., H.R. Huber y G.W. Page. 1976. Feeding behavior and diet of the Long-billed curlew and Willet. The Wilson Bulletin 88: 314-332.
- Titman, R.D. 1981. A time-activity budget for breeding mallards (*Anas platyrhynchos*) in Manitoba. Field-Naturalist, 95: 266-271.
- Turpie, J. K. y P. Hockey 1997. Adaptive variation in the foraging behaviour of Grey Plover *Pluvialis squatarola* and Whimbrel *Numenius phaeopus*. Ibis 139:289-298.

- Velásquez, C.R. y P.A.R. Hockey 1992. The importance of supratidal foraging habitats for waders at a south temperate estuary. *Ardea*, 80:243-253.
- Warnock, S.E. y J.Y. Takekawa 1995. habitat preferences of wintering shorebirds in a temporally changing environment: western sandpipers in the San Francisco Bay stuary. *Auk* 112: 920-930.
- Wiersma, P. y T. Piersma. 1994. Effects of microhabitat, flocking, climate and migratory goal on energy expenditure in the annual cycle of red knots. *The Condor* 96:257-279.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Análisis*. 4th edn. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 123pp.





