

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**

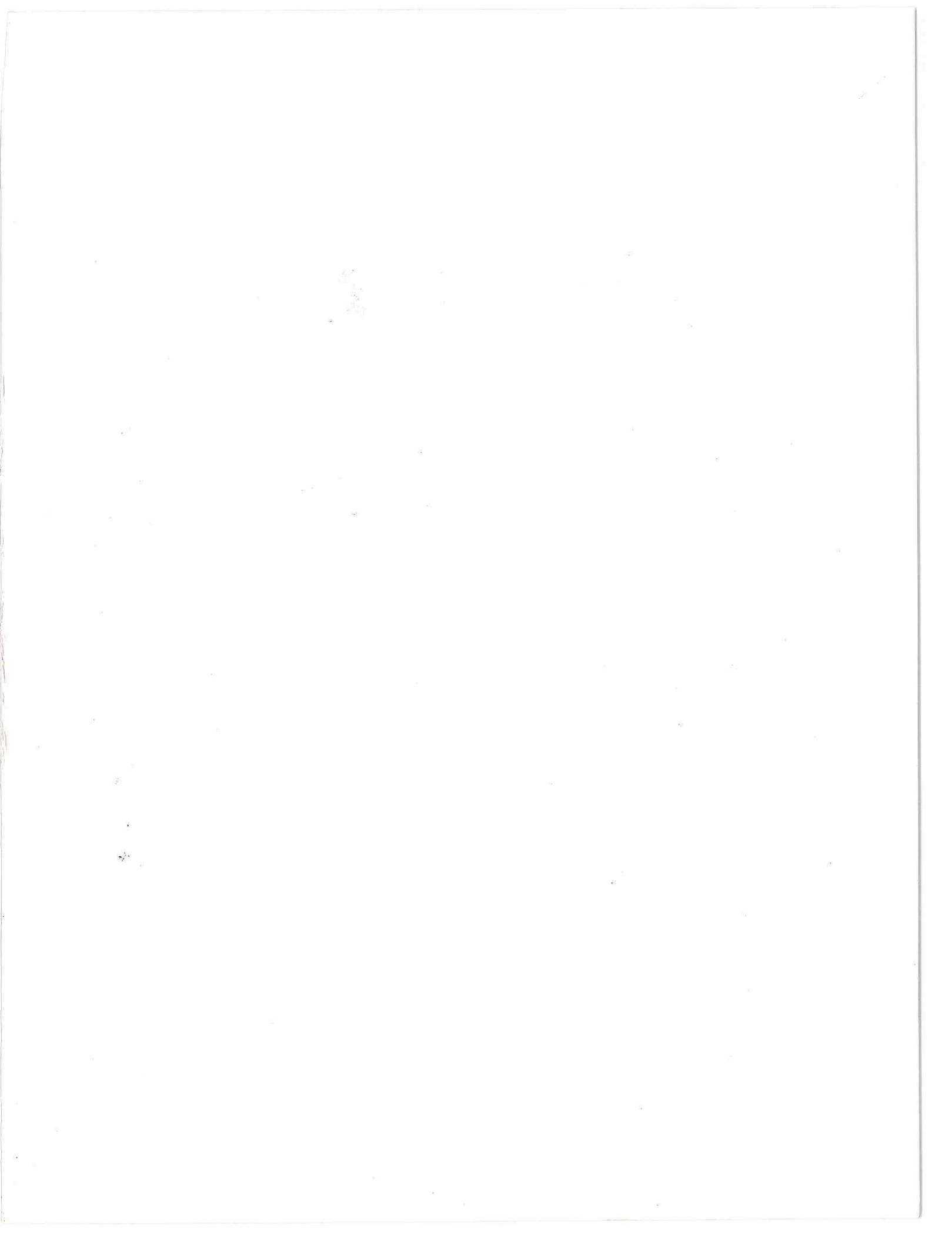


**ESTRUCTURA DE LA POBLACION Y USO DE
HABITAT DE *Calidris mauri* EN LA TEMPORADA
INVIERNAL 1994-1995 EN EL ESTERO PUNTA
BANDA, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**

**TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS**

MIRIAM ALEJANDRA BUENROSTRO LOPEZ

ENSENADA B.C. MEXICO MAYO DE 1996



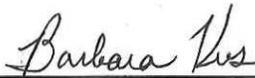
TESIS DEFENDIDA POR
MIRIAM ALEJANDRA BUENROSTRO LOPEZ

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE



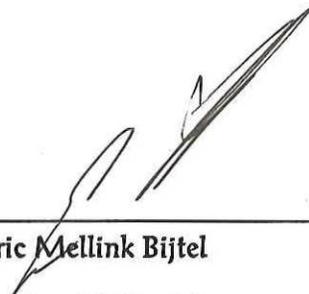
Dr. Horacio Jesús de la Cueva Salcedo

Director del Comité



Dra. Bárbara Kus

Miembro del Comité



Dr. Eric Mellink Bijtel

Miembro del Comité



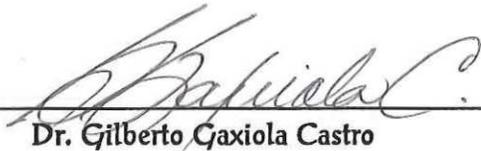
M.C. Ana María Escofet Giansone

Miembro del Comité



Dr. Raúl Ramón Castro Escamilla

Miembro del Comité



Dr. Gilberto Gaxiola Castro

Jefe del Departamento de Ecología



Dra. Ma. Luisa Argote Espinoza

Director de Estudios de Posgrado

21 de mayo de 1996

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE
ENSENADA.

DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y USO DE HÁBITAT DE *Calidris mauri* EN
LA TEMPORADA INVERNAL 1994-1995 EN EL ESTERO PUNTA BANDA,
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

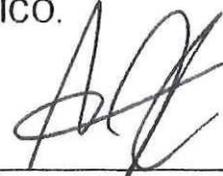
MIRIAM ALEJANDRA BUENROSTRO LÓPEZ

Ensenada, Baja California, México. Mayo de 1996.

RESUMEN de la Tesis de Miriam Alejandra Buenrostro López, presentada como requisito parcial para la obtención del grado MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA. Ensenada, Baja California, México, 1996.

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y USO DE HÁBITAT DE *Calidris mauri* EN LA TEMPORADA INVERNAL 1994-1995 EN EL ESTERO PUNTA BANDA, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

Resumen aprobado por:



Horacio de la Cueva S. Ph. D.

Durante la temporada invernal 1994-1995 se estimó una población de aproximadamente 4,000 *Calidris mauri*, con un descenso de 50% a mediados de la temporada. Se capturaron 396 aves. De éstas, se marcaron individualmente 317 en cuatro zonas del estero: boca y cabeza (zonas de alimentación) y charca y dique (zonas de descanso). Los machos superaron a las hembras en proporción 8:1 ($\chi^2_{(4)}=201.59$, $p=0.001$). Los subadultos fueron más abundantes: en mareas altas en la charca 85% ($\chi^2_{(1)}=6.66$, $p=0.001$) y dique 87% ($\chi^2_{(1)}=23.56$, $p=0.001$) y en mareas bajas en la boca y cabeza del estero.

Se diferenciaron cuatro grupos de *C. mauri*, por edad, zona de alimentación y movimientos: 1) las aves capturadas en la boca del estero eran en su mayoría adultas; en mareas altas se movían entre la boca y la cabeza y en mareas bajas se movían entre el canal principal y la boca; 2) las aves capturadas en la cabeza del estero, presentaron igual proporción de adultos y subadultos; en mareas altas se movían entre la boca y la charca y en mareas bajas utilizaron principalmente el canal del estero; 3) las aves capturadas en la charca fueron en su mayoría subadultos; en mareas altas se movían entre la cabeza y la charca y en mareas bajas sus movimientos se concentraron entre la boca y la cabeza del estero, y 4) las aves capturadas en el dique fueron en su mayoría subadultas; en mareas altas se movían entre la charca y el dique y en mareas bajas utilizaron principalmente la cabeza del estero.

Independientemente del sitio de captura, en mareas altas la mayoría de las aves convergían para alimentarse a la cabeza del estero y durante mareas bajas al canal principal del estero. En estas zonas no se encontraron diferencias significativas en la proporción adulto-subadulto: cabeza: $\chi^2_{(1)}=0.918$ $p=0.337$, canal principal: $\chi^2_{(1)}=2.16$, $p=0.14$.

Las larvas y pupas de la familia Chironomidae dominaron numéricamente sobre la comunidad de invertebrados y parecen representar una fuente de alimento para *C. mauri* en el estero Punta Banda.

ABSTRACT

During the 1994-1995 winter season there were approximately 4,000 Western Sandpipers in Estero Punta Banda, with a 50% decline by mid-season. We captured 396 birds and individually color banded 317 in four sites: mouth and head (feeding sites), and pond and dyke (roosting sites). Males were more abundant than females, 8:1 ($\chi^2_{(4)}=201.59$, $p=0.001$). Juveniles were more abundant at the pond 85% ($\chi^2_{(1)}=6.66$, $p=0.001$) and the dyke 87% ($\chi^2_{(1)}=23.56$, $p=0.001$) during high tides, and at the mouth and the head during low tides.

We identified 4 groups differentiated by age, feeding site, and displacements. 1) The birds banded in the estuary's mouth, mostly adults, moved between the mouth and the head during high tides, and between main channel and the mouth during low tides. 2) The birds banded in the estuary's head, with a 1:1 adult-juvenile ratio, moved between the head and the pond in high tides, and mainly used the main channel during low tides. 3) The birds banded in the pond, mostly juveniles, moved between the head and the pond in high tides, and moved between the mouth and the head at low tides. 4) The birds banded in the dyke, exclusively juveniles, moved between the pond and the dyke during high tides, and mainly used the head during low tides.

Independently of capture site, most of the birds fed at the head during high tides and in the main channel during low tides. We didn't find significant differences between adult and juvenile numbers in the head ($\chi^2_{(1)}=0.918$, $p=0.337$) and in the main channel ($\chi^2_{(1)}=2.16$, $p=0.14$); these sites could have the highest food concentrations.

Chironomidae larvae and pupae dominated the invertebrate community of the sediment samples in the estuary and could be an important food source for Western Sandpipers.

DEDICATORIA

A mi madre con cariño

Con profundo amor a mi esposo y compañero: Gaspar

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Horacio de la Cueva, por la dirección de la tesis, revisiones constantes y sobre todo por las sugerencias y discusiones que enriquecieron y mejoraron este trabajo.

A los miembros del comité de tesis: Dr. Horacio de la Cueva, Dr. Raul Castro, M. en C. Ana Maria Escofet, Dr. Erik Mellink y Dr. Barbara Kus por sus importantes sugerencias para mejorar el manuscrito.

A Nils y Sarah Warnock, por su acertada asesoría en el trabajo de campo, pero sobre todo sus comentarios y observaciones que enriquecieron este trabajo, y especialmente por su amistad.

Al equipo de *Calidris mauri* del CICESE, por su apoyo en el trabajo de campo y foros de discusión, y a J. Jesús, prestador de servicio social por su apoyo en el trabajo de campo y laboratorio.

Al Dr. Juan Carlos Herguera por aquellas cesiones de discusión que me ayudaron a clarificar las ideas y en ocasiones a complicarme la existencia por sus acertados comentarios.

Al Dr. Dov Lank por sus valiosos comentarios y observaciones en el análisis estadístico de mi trabajo.

Al Dr. Nora Martijera por sus comentarios y observaciones en la revisión del manuscrito.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por su continua apoyo durante la maestría.

A la Universidad de Guadalajara por su gran apoyo durante la realización de mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca-crédito que me permitió realizar esta maestría.

Este trabajo se desarrollo principalmente con financiamiento de CWS/NSERC Wildlife Ecology Chair at Simon Friaser University and CWS Latin American Program y CICESE.

Al técnico Cesar O. Almeda, por su accesibilidad y apoyo incondicional en el laboratorio de computo, gracias.

A todos mis amigos que siempre estuvieron pendientes del avance de mi trabajo y de su apoyo en el mejoramiento del mismo, y que no los enumero para no omitir a nadie, gracias.

Especialmente a Gaspar por su apoyo y comprensión durante todas las etapas de la maestría, mil gracias.

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Estructura de las poblaciones de aves playeras migratorias	1
I.2. Factores que influyen en la distribución y uso de hábitat de aves playeras	3
I.2.1. Alimento	3
I.2.2. Edad.....	4
I.2.3. Depredación.....	4
I.2.4. Mareas y movimientos locales	5
I.3. Importancia de los humedales.....	6
I.4. Biología de <i>Calidris mauri</i>	8
II. OBJETIVOS	11
II.1. Objetivo general	11
II.2. Objetivos específicos.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
III.1. Área de estudio	12
III.2. Caracterización espacial del área de estudio.....	15
III.3. Trabajo de campo.....	15
III.3.1. Censos.....	15
III.3.2. Capturas	15
III.3.3. Recapturas.....	18
III.3.4. Muestras de sedimento.....	18
III.3.5. Estómagos	19
III.4. Análisis estadístico.....	20
III.4.1. Pruebas estadísticas.....	20
III.4.2. Exclusiones.....	21
IV. RESULTADOS	22
IV.1. Abundancia y variación temporal en la población.....	22
IV.2. Estructura de la población.....	22
IV.2.1. Capturas	22
IV.2.1.1. Sexo	22
IV.2.1.2. Edad.....	26

IV.2.1.3. Distribución espacial por edad.....	26
IV.2.2. Recapturas	29
IV.2.2.1. Durante mareas altas:.....	30
IV.2.2.2. Durante mareas bajas:	31
IV.2.2.3. Fuentes de error en avistamientos.....	31
IV.3. Movimientos de <i>C. mauri</i> en el estero.....	32
IV.3.1. Durante mareas altas:	32
IV.3.2. Durante mareas bajas:	36
IV.4. Comparación de infauna en sedimento y estómagos	38
IV.4.1. Muestras de sedimento	38
IV.4.2. Estómagos.....	40
V. DISCUSIÓN	44
V.1. Abundancia y variación temporal en la población.....	44
V.2. Estructura de la población.....	44
V.2.1. Sexo.....	44
V.2.2. Edad	45
V.3. Distribución espacial por edad.....	46
V.4. Movimientos de <i>C. mauri</i> en el estero.....	49
V.4.1. Durante mareas altas:	49
V.4.2. Durante mareas bajas:	50
V.5. Comparación de infauna en sedimento y estómagos	52
V.5.1. Muestras de sedimento	52
V.5.2. Estómagos.....	53
V.6. Problemas estadísticos	53
V.6.1. Tamaño de muestra.....	53
V.6.2. Fuentes de error en avistamientos	54
VI. CONCLUSIONES	55
LITERATURA CITADA	57

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Mapa del estero Punta Banda.	13
2	Conteos mensuales de <i>Calidris mauri</i> en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	23
3	Porcentaje mensual por sexo de <i>C. mauri</i> en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	25
4	<i>Calidris mauri</i> en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995. a) Porcentaje mensual por edad de <i>C. mauri</i> . b) Porcentaje mensual por edad y sexo de <i>C. mauri</i> .	27
5	Porcentaje por edad de <i>Calidris mauri</i> en el estero Punta Banda en cuatro meses (a-d) de la temporada invernal 1994-1995.	28
6	Porcentaje de recapturas. a) En mareas altas, b) En mareas bajas.	33
7	Movimientos de <i>Calidris mauri</i> en el estero Punta Banda, durante mareas altas.	37
8	Movimientos de <i>Calidris mauri</i> en el estero Punta Banda, durante mareas bajas.	39
9	Porcentaje de invertebrados encontrados en las zonas de muestreo del estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	41
10	Abundancias de larvas y pupas de Chironomidae y poliquetos en las zonas de muestreo del estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	42

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
I	Diagrama de trabajo de campo durante la temporada invernal 1994-1995.	16
II	Capturas mensuales por edad y sexo de <i>C. mauri</i> en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	24
III	Capturas mensuales de <i>C. mauri</i> por zona y edad durante la temporada invernal 1994-1995.	24
IV	Aves recapturadas, número de recapturas por ave y total de recapturas durante la temporada invernal 1994-1995.	29
V	Recapturas por zona y edad de <i>C. mauri</i> en mareas altas y bajas en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	30
VI	Análisis del error de avistamiento en la observación de las aves marcadas con los diferentes anillos de colores.	32
VII	Recapturas de <i>C. mauri</i> por zona en mareas altas y bajas en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	34
VIII	Tablas de contingencia de χ^2 del uso y movimientos de <i>C. mauri</i> en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	35
IX	Matrices del uso de las zonas de estudio en el estero Punta Banda por <i>C. mauri</i> durante la temporada invernal 1994-1995.	36
X	Composición específica y abundancias de los grupos de invertebrados colectados en las tres zonas de muestreo del estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.	40
XI	Abundancias de los grupos de invertebrados colectados en los estómagos de <i>C. mauri</i> .	43

LISTA DE TABLAS (Continuación)

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
XII	Análisis de varianza de las medias de las muestras de larvas y pupas de Chironomidae en la zona de captura y los estómago.	43
XIII	Proporción de sexos de <i>C. mauri</i> a diferentes latitudes.	45

**ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y USO DE HÁBITAT DE *Calidris mauri* EN
LA TEMPORADA INVERNAL 1994-1995 EN EL ESTERO PUNTA BANDA,
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.**

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Estructura de las poblaciones de aves playeras migratorias

Las aves playeras Charadriiformes son un grupo morfológicamente diverso y ubicuo (Helmers 1992), que pasa de siete a nueve meses del año en áreas migratorias y de invernación (MacLean y Holmes 1971, Elliot *et al.* 1976, Kelly y Cogswell 1979). La mayoría de aves playeras holárticas invernán en las costas e interiores del centro y sur América, en el Sur de Estados Unidos y el Norte de México (Helmers 1992).

El tiempo que pasan las aves playeras en sus áreas de invernación juega un papel importante en la formación de la estructura de las poblaciones, organización social y evolución (MacLean y Holmes 1971, Elliot *et al.* 1976, Kelly y Cogswell 1979, Myers 1981a, Evans y Pienkowski 1984), debido a la selección de hábitat, estrategias de sobrevivencia y comportamiento alimentario (Burger 1984a).

Las fases migratoria e invernal en los ciclos de vida de las aves han sido poco apreciadas (Recher 1966). Las aves con frecuencia presentan patrones complejos de migración, incluyendo diferencias por edad y sexo en sus

movimientos y distribución geográfica (Mayr 1939, Bellrose *et al.* 1961). Las aves playeras de diferente edad y sexo migran a diferentes tiempos de sus áreas de reproducción, de parada y de invernación (Holmes 1971, Page *et al.* 1972, Senner 1979, Butler *et al.* 1987) y la organización social de las poblaciones en sus áreas de reproducción es muy diferente a su organización en las áreas no reproductivas (Pitelka *et al.* 1974). Las migraciones diferenciales y la estructura social de las aves playeras determinan la distribución espacio-temporal de las poblaciones durante su temporada no reproductiva (E.O. Wilson 1975).

A finales del verano las aves playeras adultas migran al Sur antes que las subadultas, mientras que en primavera los machos migran primero hacia zonas reproductivas seguidos por las hembras (Holmes 1971, Page *et al.* 1972, Senner 1979, Senner *et al.* 1981, Senner y Martínez 1982, Gordon 1985, Butler *et al.* 1987, Naranjo *et al.* 1994). Durante el invierno algunas aves playeras presentan diferencias latitudinales en la proporción de sexos (Greenhalgh 1968, Page *et al.* 1972, Senner *et al.* 1981, Gordon 1985, Naranjo *et al.* 1994) parece que estas diferencias están relacionadas con competencia durante la reproducción. Los machos invernan más cerca de las áreas de reproducción para asegurar un regreso temprano a estas zonas durante la época reproductiva y así ganar territorio para su nido (Myers 1981b).

La segregación sexual en poblaciones de aves playeras (Greenhalgh 1968) puede reflejar diferencias en la preferencia de hábitats o dominancia sexual

(Puttick 1981). En Charadriiformes las hembras son más grandes que los machos, estas diferencias en tamaño indican diferencias en la accesibilidad a presas y en el uso de hábitats (Evans 1979, Puttick 1981).

1.2. Factores que influyen en la distribución y uso de hábitat de aves playeras

1.2.1. *Alimento*

El comportamiento y la distribución espacial de las aves playeras en los humedales está fuertemente asociado con las variaciones diarias y temporales de su recurso alimentario (Baldassarre y Fischer 1984, Evans y Dugan 1984, Colwell y Landrum 1993), que a su vez están influenciadas por factores ambientales, como temperatura, vientos, lluvias y mareas (Burger 1984b, Goss-Custard 1984, Evans 1988, Colwell 1993).

La dieta de las aves playeras es muy diversa, debido al uso de diferentes humedales durante diferentes épocas del año, ésta se compone de varios grupos de invertebrados como poliquetos, anélidos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos e insectos (Recher y Recher 1969, Senner *et al.* 1989). Las aves playeras de mayor tamaño consumen presas más grandes y son depredadores más selectivos que las aves de menor tamaño (Baker 1977).

Al parecer, las fluctuaciones en la densidad y biomasa de los invertebrados, especialmente en planicies lodosas y marismas, influyen en los patrones de alimentación de las aves playeras (Puttick 1984). Algunas especies

de aves morfológicamente similares utilizan las mismas zonas de alimentación y presentan traslapo en sus dietas, generándose competencia por el alimento y encuentros agonísticos entre ellas (Recher 1966, Baker y Baker 1973, Duffy *et al.* 1981, Baldassarre y Fischer 1984, Hicklin y Smith 1984).

1.2.2. Edad

Las aves adultas suelen ser dominantes en las diferentes épocas del año; éstas tienen más experiencia en encontrar las zonas de mayor alimento forzando a las aves subadultas a la periferia de la parvada (Goss-Custard *et al.* 1982a, Goss-Custard *et al.* 1984) o relegándolas a hábitats considerados de menor calidad alimentaria (Recher y Recher 1969, Goss-Custard *et al.* 1982a y b). Algunos investigadores explican las diferencias en la segregación espacio-temporal de *Calidris* a partir de la competencia ínter e intraespecífica (Recher 1966, Recher y Recher 1969, Page *et al.* 1979). Durante la temporada invernal los subadultos cambian de las zonas de menor abundancia de alimento a las de mayor abundancia de alimento conforme se acercan a la etapa adulta (Goss-Custard *et al.* 1982b, Marchetti y Price 1989).

1.2.3. Depredación

La respuesta a depredadores también influye en la distribución invernal por edad de muchas aves playeras (Cresswell y Whitfield 1994). Las parvadas probablemente se mueven y distribuyen en función de una estrategia

antidepredadora (Goss-Custard 1970a y b, Myers 1980, Buchanan *et al.* 1988). Parece ser que dada su experiencia y conocimiento del área, los adultos identifican las zonas con alto riesgo de depredación (van der Have *et al.* 1984). La falta de experiencia y competitividad de los subadultos se manifiesta en la utilización de zonas de menor calidad y abundancia de alimento, donde en ocasiones, existe una mayor abundancia de depredadores (Goss-Custard 1970a y b, Kus 1982, van der Have *et al.* 1984, Kus *et al.* 1984, Buchanan *et al.* 1988).

1.2.4. Mareas y movimientos locales

Durante el invierno, muchas aves playeras utilizan hábitats influenciados por mareas, y éstas juegan un papel muy importante en su comportamiento (Heppleston 1971, Prater 1972, Burger *et al.* 1977, Puttick 1977, Hartwick y Blaylock 1979, Morrell *et al.* 1979, Connors *et al.* 1981). La variación de la marea es el factor que más influencia el uso del hábitat y los movimientos diarios entre los sitios de alimentación y descanso de muchas aves playeras (Burger *et al.* 1977, Puttick 1984, S. Warnock y Takekawa *en prensa*).

Durante mareas altas muchas aves playeras se congregan en zonas de descanso (Heppleston 1971, Prater 1972, Hartwick y Blaylock 1979, Kelly y Cogswell 1979, N. Warnock 1990) pero también se alternan entre las zonas de alimentación y descanso durante mareas altas y bajas, respectivamente (Page *et al.* 1979).

En marismas y planicies lodosas, las mareas causan cambios en las áreas disponibles para alimentación y en la diversidad y abundancia de las presas (Burger *et al.* 1977). Estos cambios limitan el tiempo de alimentación de las aves playeras, lo que puede provocar comportamientos agresivos inter e intraespecíficos; ya que las aves defienden el territorio donde se pudiera encontrar la mayor cantidad de alimento (Wolff 1969, Myers *et al.* 1979a y b, Hicklin y Smith 1984).

Las aves playeras presentan variaciones en la fidelidad por los sitios de alimentación y descanso (Pienkowski y Evans 1984, Myers 1986). En una área podemos encontrar uno o varios sitios de alimentación y descanso (Myers 1984) y las aves pueden presentar preferencia a uno o más de estos sitios. La fidelidad a sitios de alimentación y descanso en grupos monoespecíficos, al parecer tiene relación con la presencia de una combinación adecuada entre zonas de alimentación y descanso y condiciones ambientales estables (S. Warnock y Takekawa *en prensa*). Los movimientos en busca de otras áreas pudieran estar en función de condiciones ambientales inestables como tormentas y vientos fuertes (N. Warnock *et al.* 1995)

I.3. Importancia de los humedales

La actividad humana ha reducido progresivamente el tamaño y número de humedales y estuarios (Senner y Howe 1984, Tiner 1984). Las aves playeras son

vulnerables a la pérdida de estos hábitats, ya que muchas de ellas dependen de humedales en sus zonas migratorias y de invernación para obtener alimento y refugio. Para proteger estas áreas que soportan poblaciones de aves playeras migratorias y residentes, debemos entender cómo las aves se distribuyen y utilizan estos hábitats durante su ciclo anual (Myers *et al.* 1987).

A pesar de que Baja California no ha experimentado una pérdida masiva de humedales como la de California, las transformaciones que han sufrido algunos hábitats ha provocado cambios en la abundancia y distribución de la avifauna (Massey y Palacios 1994). El estero de Punta Banda, una de las cinco lagunas costeras de la costa del Pacífico del estado de Baja California (Palacios *et al.* 1991) es un humedal de aproximadamente 20 km². La barra arenosa que limita este estero ha experimentado cambios por un desarrollo turístico-hotelerero y habitacional en la parte media y un desarrollo industrial que causó la pérdida de hábitats de planicies lodosas y marismas en la parte basal de la barra, por la formación de un dique localizado en el rincón Suroeste del estero, al interior del cual ha dejado de operar el régimen de mareas (Escofet *et al.* 1988).

Unas 13 especies de aves playeras utilizan el estero Punta Banda cada temporada invernal (Palacios *et al.* 1991). El complejo *C. mauri*-*C. minutilla* tuvo el tercer lugar de abundancia entre 1988 y 1989 con un total de 770 individuos (Palacios *et al.* 1991). En censos realizados en 1993-94 y 1994-95 hemos

estimado una población de 3000 a 4000 individuos de *C. mauri* (datos sin publicar).

I.4. Biología de *Calidris mauri*

Calidris mauri (Playerito occidental) es una de las aves playeras más abundantes del hemisferio occidental. Su población se ha estimado en $6.5 \pm .5$ millones de individuos (W.H. Wilson 1994). Es un ave Charadriiforme pequeña (25 g), de la familia Scolopacidae. No existe diferencia sexual en plumaje, pero las hembras son más grandes que los machos (Page y Fearis 1971). Los subadultos (primer invierno) se diferencian mediante el color canela en el borde de las plumas escapulares y terciarias en la cobertura superior de las alas. Los adultos tienen este borde blanco y en general, un gasto mayor en las plumas primarias (Page *et al.* 1972).

Calidris mauri se ha estudiado ampliamente en sus zonas de reproducción y durante sus migraciones hacia el Sur (Holmes 1971, 1972, 1973, Senner *et al.* 1981, Senner y Martínez 1982, Butler *et al.* 1987), pero se sabe poco de su ecología en las zonas de invernación. Se han realizado algunos estudios de su estructura y distribución de la población y hábitos alimenticios en California (Page *et al.* 1972, Colwell y Landrum 1993, S. Warnock y Takekawa *en prensa*) y en Texas (Gordon 1985). Sin embargo, aún hay pocos conocimientos de su invernación en México, centro y sud América.

Calidris mauri se reproduce en las costas Oeste de Alaska y Sureste de Siberia (Holmes 1971, 1972, 1973) y migra hacia el Sur a lo largo de las costas del Pacífico (Senner *et al.* 1981) y por el interior de los Estados Unidos de América (Senner y Martínez 1982). Inverna en los humedales costeros del Pacífico Sur de Estados Unidos, México, centro y sud América y, por el Atlántico, desde el Golfo de México hasta Surinam (AOU 1983, Morrison y Ross 1989, Morrison *et al.* 1993).

Los machos de *C. mauri* invernan más cerca de las áreas de reproducción que las hembras (Page *et al.* 1972, Gordon 1985) y predominan al principio de las migraciones en primavera (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987). Las hembras son más abundantes en el Sur (Naranjo *et al.* 1994). Los subadultos migran después que los adultos, en primavera y verano (Page *et al.* 1972, Butler *et al.* 1987).

Los adultos de *C. mauri* son más selectivos en el uso de hábitat que los subadultos (S. Warnock 1994) y defienden agresivamente sus áreas de alimentación (Brown 1962, Recher y Recher 1969). Se ha observado que *C. mauri* es un depredador oportunista que aprovecha las presas de tamaño apropiado y de mayor abundancia. La dieta de *C. mauri* presenta una alta similaridad en sus presas, independientemente del lugar y la época del año. (Senner *et al.* 1989, observ. personal), en sus áreas de reproducción se alimenta principalmente de larvas y pupas de Muscidae y Chironomidae (W.H. Wilson 1994). En el invierno,

en un ave colectada en Puerto Rico se encontraron 150 larvas de dípteros de Chironomidae (W.H. Wilson 1994). Mientras que en Texas, la principal presa para *C. mauri* migrantes de otoño son las larvas de Chironomidae (Baldassarre y Fischer 1984).

Durante sus periodos de invernación, *C. mauri* utiliza principalmente hábitats influenciados por las mareas, las cuales condicionan sus movimientos diarios y uso de hábitat. En la bahía de San Francisco, *C. mauri* presentó una alta fidelidad a sus sitios de alimentación y descanso, lo cual parece estar relacionado con la abundancia de alimento y condiciones ambientales estables (S. Warnock y Takekawa *en prensa*).

El estero de Punta Banda que alberga una población invernal de *C. mauri* está influenciado por el efecto de las mareas. La extensión y accesibilidad del estero lo hacen adecuado para la realización de estudios detallados sobre la estructura y distribución espacial de *C. mauri* y los factores que afectan sus movimientos. Este estudio nos permitirá contribuir al conocimiento sobre la biología invernal de *C. mauri*, que como otras aves playeras, han sido poco estudiadas al Sur de los Estados Unidos de América.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general

Determinar la estructura de la población y uso de hábitat de *Calidris mauri* en el estero de Punta Banda, para contribuir al conocimiento de la ecología invernal de la especie, mediante los siguientes:

II.2. Objetivos específicos.

- Estimar la abundancia mensual de *C. mauri* y describir su variación temporal durante el invierno 1994-1995.
- Determinar la estructura de la población por edad y sexo de *C. mauri* durante la temporada invernal 1994-1995.
- Identificar la distribución espacial por edad de *C. mauri* para evaluar patrones de segregación espacio-temporal.
- Identificar los movimientos locales de *C. mauri* y su relación con el alimento para describir el uso de hábitat de la especie.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Área de estudio

El estero de Punta Banda se ubica 13 km al Sur de Ensenada B. C., entre los 31°40' - 31°48' N y 116°34' - 116°40' W (fig. 1). Limita al Este y al Norte con el Valle de Maneadero, al Sur con la península de Punta Banda y al Oeste con la Bahía Todos Santos. Tiene una área de aproximadamente 20 km². Su barra arenosa tiene 7 km de largo y 3.57 km² de superficie y se une con la península de Punta Banda en el extremo Sur. La laguna tiene forma de "L" con una porción corta de 3 km, extendiéndose en dirección Sureste y un canal de 7.5 km que se abre hacia la Bahía Todos Santos (Nishikawa 1983; Palacios *et al.* 1991).

Los principales subsistemas bióticos sobre los márgenes Este, Sur y Oeste son las marismas asociadas con *Spartina foliosa*, *Limonium* spp., *Salicornia pacifica*, *S. bigelovi*, *Batis* spp. y las planicies lodosas (Palacios y Escofet 1990). La barra arenosa tiene en su borde Oeste una playa marina y en su borde Este marismas y planicies lodosas (Escofet *et al.* 1988, Espejel 1993).

La barra arenosa en la porción basal de 0.17 km fue ocupada por una empresa de construcción de plantas ensambladoras de bases para plataformas de perforación petrolera, pero el proyecto se abandono en 1986. Su manifestación más evidente es un dique localizado en el ángulo Suroeste del estero (Escofet *et al.* 1988). Como producto secundario del dragado y relleno realizado por el

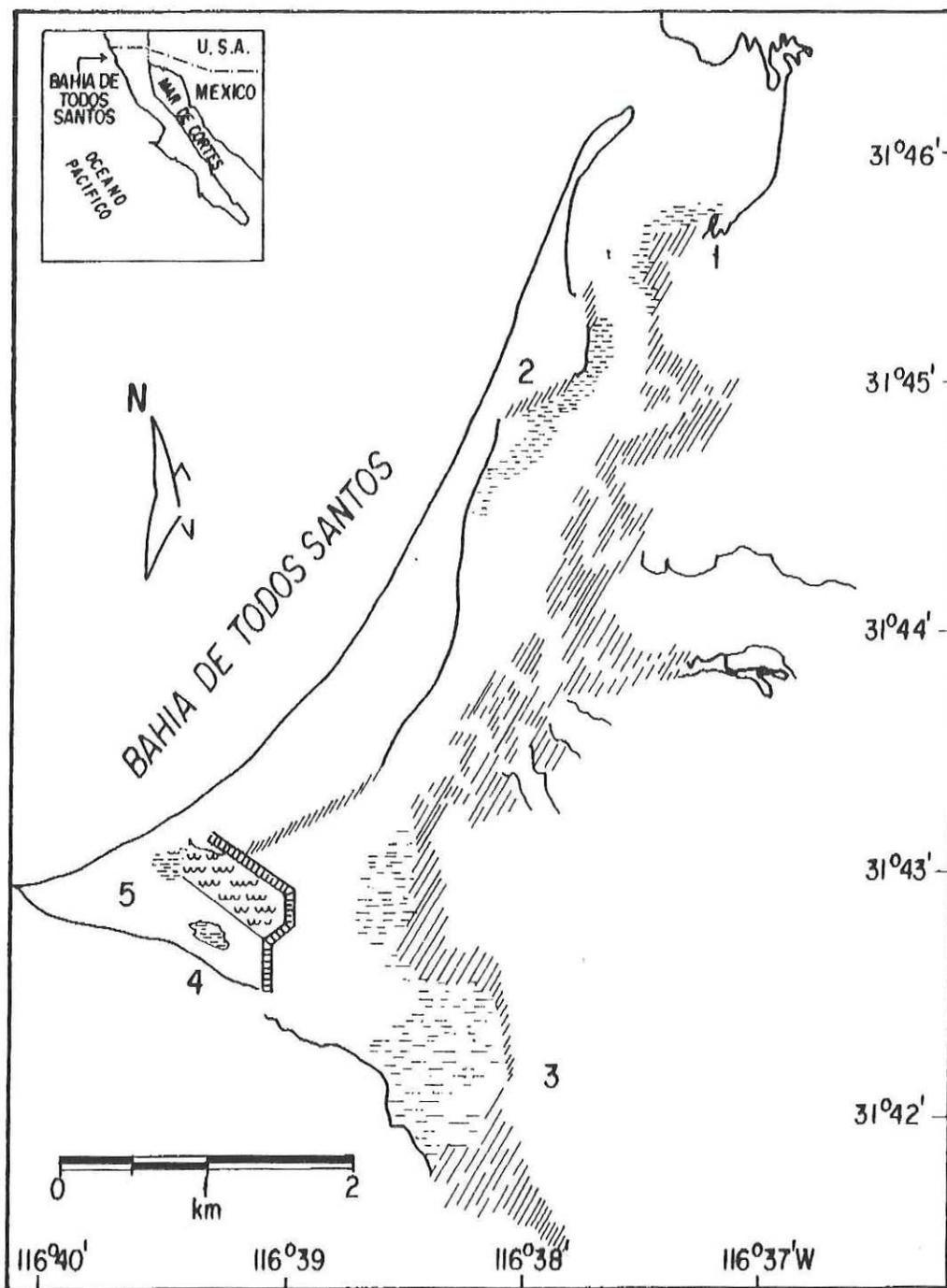


Figura 1. Mapa del estero de Punta Banda.  Marisma;  Planicies lodosas;  Dique. Zonas de muestreo: 1.- Boca-continente; 2.- Boca-canal principal; 3.- Cabeza; 4.- Charca; 5.-Dique-borde Oeste. Tomado de Escofet *et al.* (1988).

desarrollo industrial adjunto al dique se formó una charca por infiltración de aproximadamente 0.015 km^2 de superficie (fig. 1). Una porción adyacente al dique, de 2.3 km de largo, está ocupada por la marina y un desarrollo urbano (Escofet *et al.* 1988). La porción central de la barra de 0.7 km de largo, está ocupada por el complejo turístico-hotelerero "Baja Beach and Tennis Club". Le sigue el desarrollo habitacional Baja Beach de 1.2 km de largo. La parte final de la barra de 2.4 km de longitud y 0.8 km^2 de superficie, es una reserva ecológica (SEMARNAP) que representa el único segmento sobreviviente de un tipo de hábitat que se desarrolló únicamente sobre la barra del estero (Escofet 1989).

Las mareas del estero son semidiurnas, con una amplitud media de 1.04 m y un efecto notorio sobre la laguna, donde el 60% del agua se puede evacuar en un ciclo de marea (Paz-Vela 1978). En las mareas medias 4.64 km^2 corresponden a aguas navegables, 8.95 km^2 a marismas, 2.85 km^2 a planicies lodosas y 3.57 km^2 a la barra (Nishikawa 1983, Palacios *et al.* 1991).

El estero presenta una gran riqueza de avifauna ligada con la variedad de subsistemas del estero (Escofet *et al.* 1988). El mayor número de especies de aves se ha registrado en planicies lodosas y marismas, lo cual corresponde con la importancia de ambos hábitats como sitios de alimentación de aves playeras (Escofet *et al.* 1988).

III.2. Caracterización espacial del área de estudio

Este estudio se enfocó en el uso de hábitat por *C. mauri* de planicies lodosas y substratos lodosos naturales y antropogénicos que se encuentran ampliamente distribuidos en las cinco zonas de muestreo: 1) boca-continente; 2) boca-canal principal; 3) cabeza (planicies lodosas naturales); 4) charca; 5) dique-borde Oeste (substratos lodosos antropogénicos) (fig. 1). En adelante me referiré a la boca-continente como la boca; a la boca-canal principal como canal principal y al dique-borde Oeste como dique. La selección de sitios de muestreo estuvo en función de la presencia de *C. mauri*.

III.3. Trabajo de campo

III.3.1. Censos

Se realizaron censos mensuales por conteo de barrido durante mareas bajas en planicies lodosas de la boca, cabeza y canal principal (tabla I). Las observaciones se realizaron utilizando binoculares (Parks 278FT 10x50) y telescopio (Bausch y Laumb 15-60x).

III.3.2. Capturas

Se capturaron individuos de *C. mauri* de octubre de 1994 a marzo de 1995 en cuatro zonas del estero (tabla I) utilizando redes de niebla (Avinet). La mayoría de las capturas se realizaron durante el día en mareas superiores a 1.35 m. En la

Tabla I. Diagrama de trabajo de campo durante la temporada invernal 1994-1995. (Zonas de muestreo: 1=Boca; 2=Canal principal; 3=Cabeza; 4=Charca; 5=Dique; *=mareas bajas; x=mareas altas; &=ambas mareas).

Objetivo	Actividad	Octubre					Noviembre					Diciembre					Enero					Febrero					Marzo				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Estimar la abundancia de la población	Censos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Determinar la estructura de la población y distribución espacial por edad	Capturas: marcado		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x									x
Identificar los movimientos de <i>C. mauri</i> y la distribución espacial por edad	Recapturas: redes avistamientos											x	x	*	*	x	x	x	*	*	x						x				*
Comparación de infauna en sedimentos y estómagos	Muestras de infauna y estómagos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

charca y el dique donde no opera el régimen de mareas se capturó durante las mareas más altas (≥ 1.6 m), ya que son áreas donde las aves pueden alimentarse y descansar mientras que las marismas y planicies lodosas del estero están inundadas. En marzo se realizaron capturas nocturnas durante mareas altas. Las capturas fueron autorizadas por SEDESOL oficio No. A00.-700.- (2) 00726.

Las aves capturadas se colocaban en canastas de plástico para ropa (Rubbermaid de 54 l) cubiertas con manta. Las aves fueron transportadas de la red al sitio de trabajo. La mayoría de las aves capturadas se marcaron con anillos de metal proporcionados por el United States Fish and Wildlife Service y anillos de plástico de color resistentes a la luz ultravioleta (Darvic). A cada ave se le puso un anillo amarillo sobre uno de metal en la parte superior de la pata izquierda como código de que han sido marcadas en México; además se usó una combinación de 3 a 5 anillos de diferentes colores: amarillo, verde, blanco y rojo como identificación individual.

Una vez marcadas se les tomaba medidas morfométricas, se les determinaba la edad con base en la coloración de las plumas (ver Biología de *C. mauri*, l.4) y se les asignaba el sexo de acuerdo con el tamaño del culmen (pico) (Page y Fearis 1971), las aves con culmen ≤ 24.2 mm son machos, con culmen ≥ 24.8 mm son hembras y a las aves de culmen de 24.3 a 24.7 mm no se les puede determinar el sexo. Posteriormente se liberaban procurando detenerlas el menor tiempo posible.

III.3.3. Recapturas

De noviembre de 1994 a marzo de 1995 se realizaron recapturas en mareas bajas y mareas altas, durante 4 días por mes (tabla I). Se consideraron como recapturas: a) las aves marcadas y que volvían a caer en las redes; b) los avistamiento, que son las aves marcadas y observadas posteriormente en el campo. Para hacer los avistamientos se utilizó un telescopio (Bausch y Laumb 15-60x y/o Bushnell Spacemaster 15-45x), los individuos eran identificados por su combinación de anillos.

En mareas altas se recapturó en la boca, cabeza, charca y dique, mientras que en mareas bajas, las recapturas se realizaron en la boca, cabeza y canal principal del estero (tabla I). Durante las recapturas se registraba zona y hora de observación, la actividad del ave y la combinación de colores.

III.3.4. Muestras de sedimento

Se tomaron las muestras de sedimento en planicies lodosas de la boca y cabeza y en substratos lodosos de la charca del estero. Cada mes, de octubre de 1994 a marzo de 1995, se colectó una muestra de sedimento (tabla I), con tres réplicas. Se utilizó un cilindro de 14 cm de largo y 8.2 cm de diámetro. Se analizaron sólo los tres primeros centímetros de profundidad. La profundidad estudiada se determinó en función de los métodos de alimentación (Helmers

1992) y la longitud del culmen de *C. mauri* (Page y Fearis 1971, Hayman *et al.* 1988).

Las mayoría de las muestras se tomaron en marea baja (0.03-0.62 m), o cuando ésta estuviera bajando, en lugares donde *C. mauri* estuviera alimentándose, o que existieran orificios hechos por el culmen, indicando alimentación reciente.

Las muestras se colocaron en bolsas de plástico y se conservaron en una solución de formol al 4%. En el laboratorio, se lavaron y tamizaron con mallas de luz de 1.0 y 0.5 mm. Una vez limpia la muestra se colocaba en alcohol etílico al 70%. Se separaron y cuantificaron los grupos de invertebrados con un microscopio estereoscópico (Wild Heerbrugg 5-50x).

III.3.5. Estómagos

Se sacrificaron 14 individuos de *C. mauri*, nueve capturados el 21 de enero de 1995 en el día y cinco capturados el 1° de marzo de 1995 en la noche (tabla I). Se congelaron inmediatamente para evitar la digestión del contenido estomacal. Una vez en el laboratorio se descongelaron y se extrajeron estómago y esófago conservándose estos últimos en alcohol etílico al 70%. Se identificaron y cuantificaron los invertebrados utilizando cuerpos enteros o cabezas.

III.4. Análisis estadístico

III.4.1. Pruebas estadísticas

Debido a que las muestras eran pequeñas y no tienen una distribución normal se utilizaron principalmente pruebas de χ^2 (Zar 1984), a la mayoría de las pruebas de bondad de ajuste se les aplicó la corrección de Yates para grados de libertad.

Se utilizó la χ^2 de bondad de ajuste (Zar 1984) en el análisis de la estructura de la población y distribución por edad de *C. mauri* en el estero, así como para determinar la abundancia y diversidad de invertebrados en las diferentes zonas de muestreo.

Mediante un análisis de χ^2 de bondad de ajuste (Zar 1984) se calculó el error de avistamiento en las aves marcadas con los diferentes anillos de colores. Para cada color (verde, blanco, amarillo y rojo), se aplicó un análisis de prueba de poder para determinar las probabilidades de cometer error tipo II, es decir, aceptar que no existe diferencias significativas en la probabilidad de observar los individuos marcados con cada color, cuando en realidad si lo hay (Zar 1984).

Se utilizó la χ^2 de contingencia (Zar 1984) para determinar la independencia que existe entre los sitios de captura y recaptura de los individuos. A partir de los valores observados de las recapturas y sus diferencias con los valores esperados obtenidos en la tabla de contingencia, se elaboró una matriz

que expresa la abundancia de *C. mauri* en cada zona de muestreo durante mareas baja y altas: como más de un individuo de lo esperado (+); menos de un individuo de lo esperado (-); o entre cero y \pm un individuo (0).

Se utilizó el análisis de varianza de dos vías (Zar 1984), para determinar si había diferencias en las medias de las muestras de las larvas y pupas de Chironomidae en el sedimento y en los estómagos.

III.4.2. Exclusiones

Las aves capturadas, que tenían un culmen de 24.3 a 24.7 no se les pudo determinar el sexo (Page y Fearis 1971) y se excluyeron del análisis estadístico por sexo.

En octubre y marzo las aves capturadas no se diferenciaron por edad debido al cambio de plumaje reproductivo a alterno y de alterno a reproductivo, respectivamente, por lo que quedan excluidas del análisis estadístico de distribución espacial por edad.

IV. RESULTADOS

IV.1. Abundancia y variación temporal en la población

Se estimó la abundancia mensual de *C. mauri*, con un máximo de 4000 individuos en octubre y un mínimo de 1300 en marzo (fig. 2). A partir de los censos de diciembre y enero se registró un descenso en la población de hasta 50%. En febrero la población se estabilizó, comenzando a disminuir en marzo durante las migraciones de primavera. Se consideró un margen de error de 1000 aves en cada conteo debido a posibles movimientos de las aves en el estero.

IV.2. Estructura de la población

IV.2.1. Capturas

La estructura de la población de *C. mauri* en el estero de Punta Banda, se presenta en las tablas II y III. Se capturaron 396 aves, de éstas, se sacrificaron 31 para otros estudios y se marcaron 365 (42 aves solamente tienen anillo de metal y seis se escaparon antes de haberse registrado edad y/o sexo).

IV.2.1.1. Sexo

Los machos fueron más abundantes que las hembras durante cinco de los seis meses de muestreo en una proporción de 8:1 ($\chi^2_{(4)}=201.59$, $p=0.001$). En

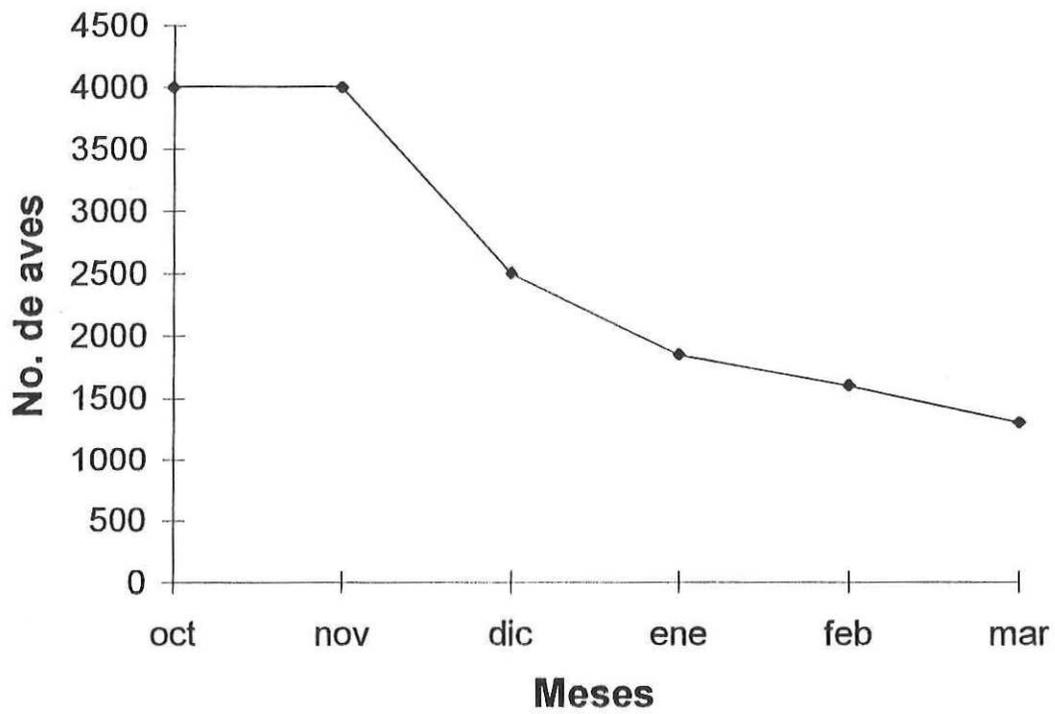


Figura 2.- Conteos mensuales de *Calidris mauri* en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.

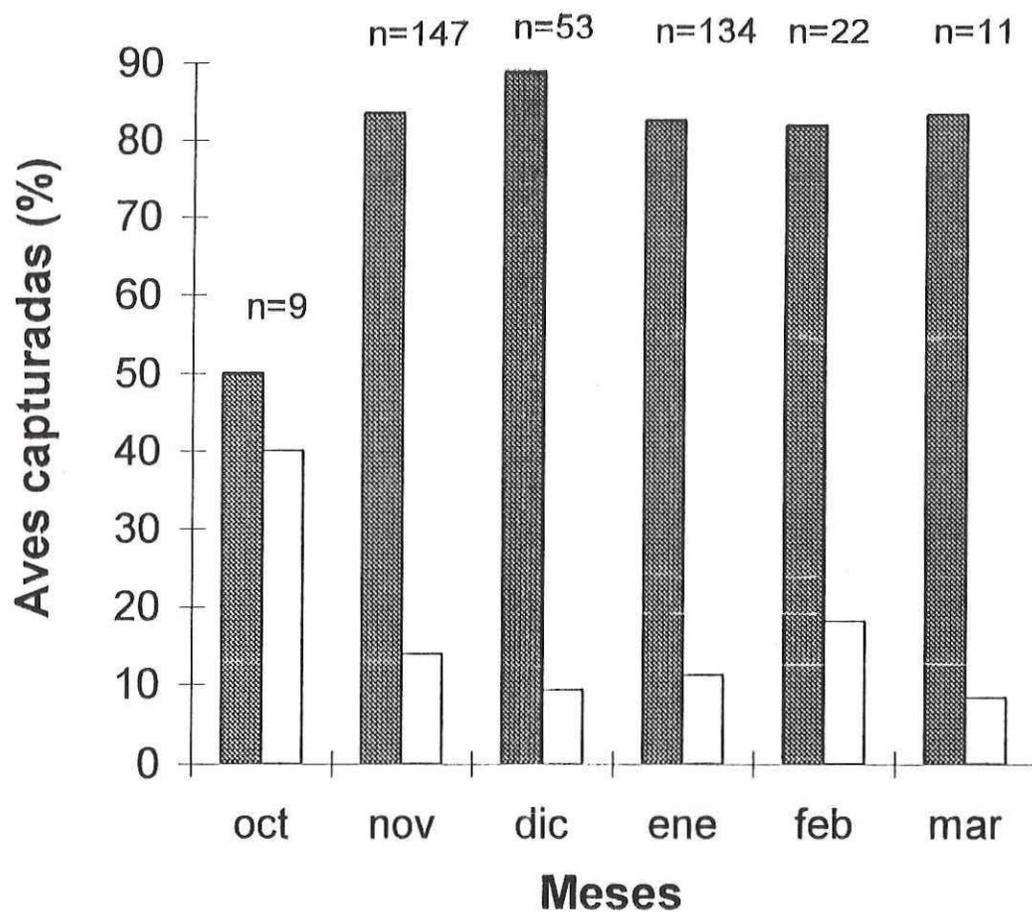


Figura 3. Porcentaje mensual por sexo de *Calidris mauri* en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995. Machos  ; hembras .

IV.2.1.2. Edad

En noviembre los subadultos fueron más abundantes que los adultos ($\chi^2_{(1)}=4.47$, $p=0.03$), en diciembre, enero y febrero no se encontraron diferencias en la proporción de adultos y subadultos ($\chi^2_{(2)}=5.23$, $p=0.155$) (fig. 4a). La relación entre machos adultos y subadultos varió mensualmente sin presentar un patrón definido (fig. 4b, tabla II). En diciembre, enero y febrero las hembras subadultas fueron más abundantes que las hembras adultas, aunque no hubo diferencias significativas ($\chi^2_{(2)}=0.541$, $p=0.90$), mientras que en noviembre las hembras subadultas fueron significativamente más abundantes ($\chi^2_{(1)}=6.857$, $p=0.008$) (fig. 4b, tabla II).

IV.2.1.3. Distribución espacial por edad

En noviembre se capturó en las cuatro zonas y se encontró que en la boca había un 79% de adultos ($\chi^2_{(1)}=13.39$, $p=0.001$). En la cabeza no hubo diferencias significativas en la proporción de edades, 45% de adultos y 55% de subadultos ($\chi^2_{(1)}=0.230$, $p=0.624$). En la charca los subadultos fueron más abundantes 85% ($\chi^2_{(1)}=6.66$, $p=0.001$) al igual que en el dique 87% ($\chi^2_{(1)}=23.56$, $p=0.001$) (fig. 5a, tabla III).

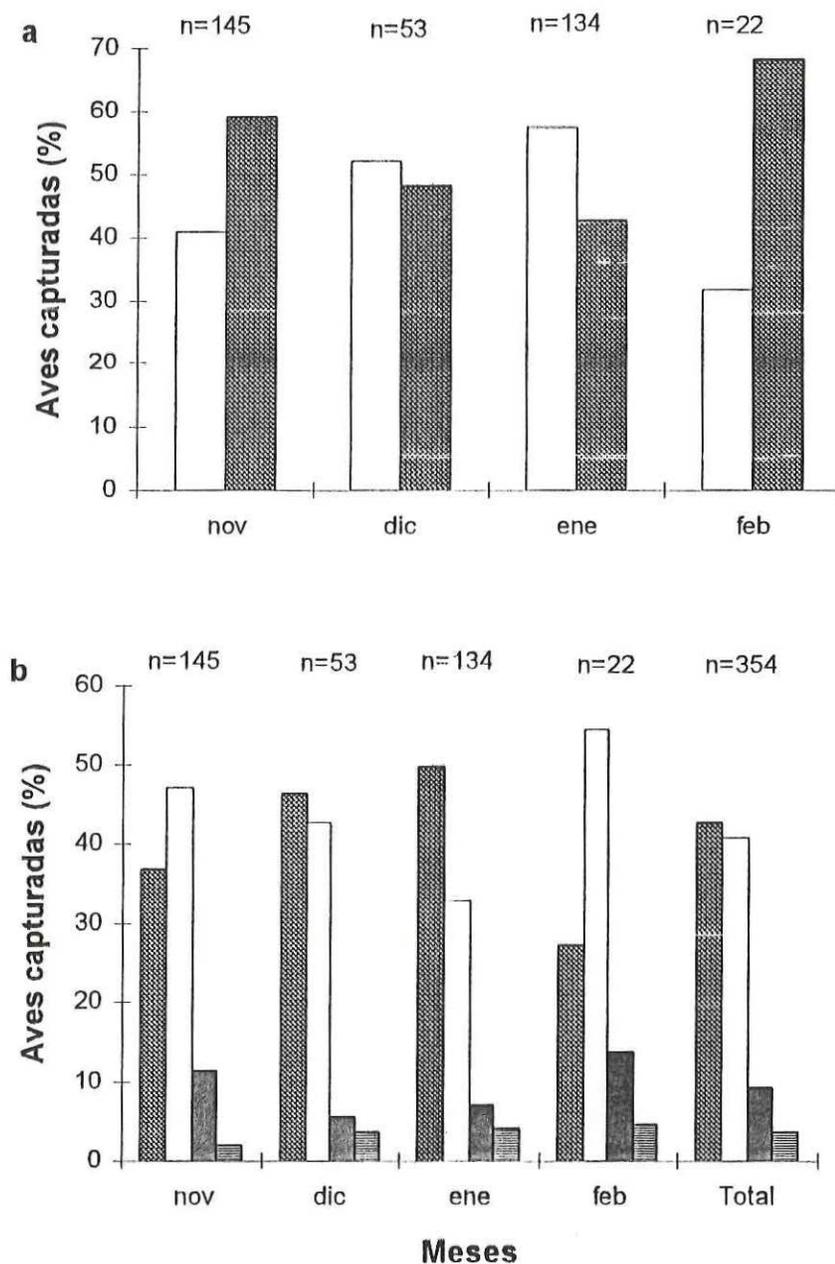


Figura 4. *Calidris mauri* en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995. a) Porcentaje mensual por edad de *C. mauri*; adultos  ; subadultos  . b) Porcentaje mensual por edad y sexo de *C. mauri*; machos adultos  ; machos subadultos  ; hembras subadultas  ; hembras adultas  .

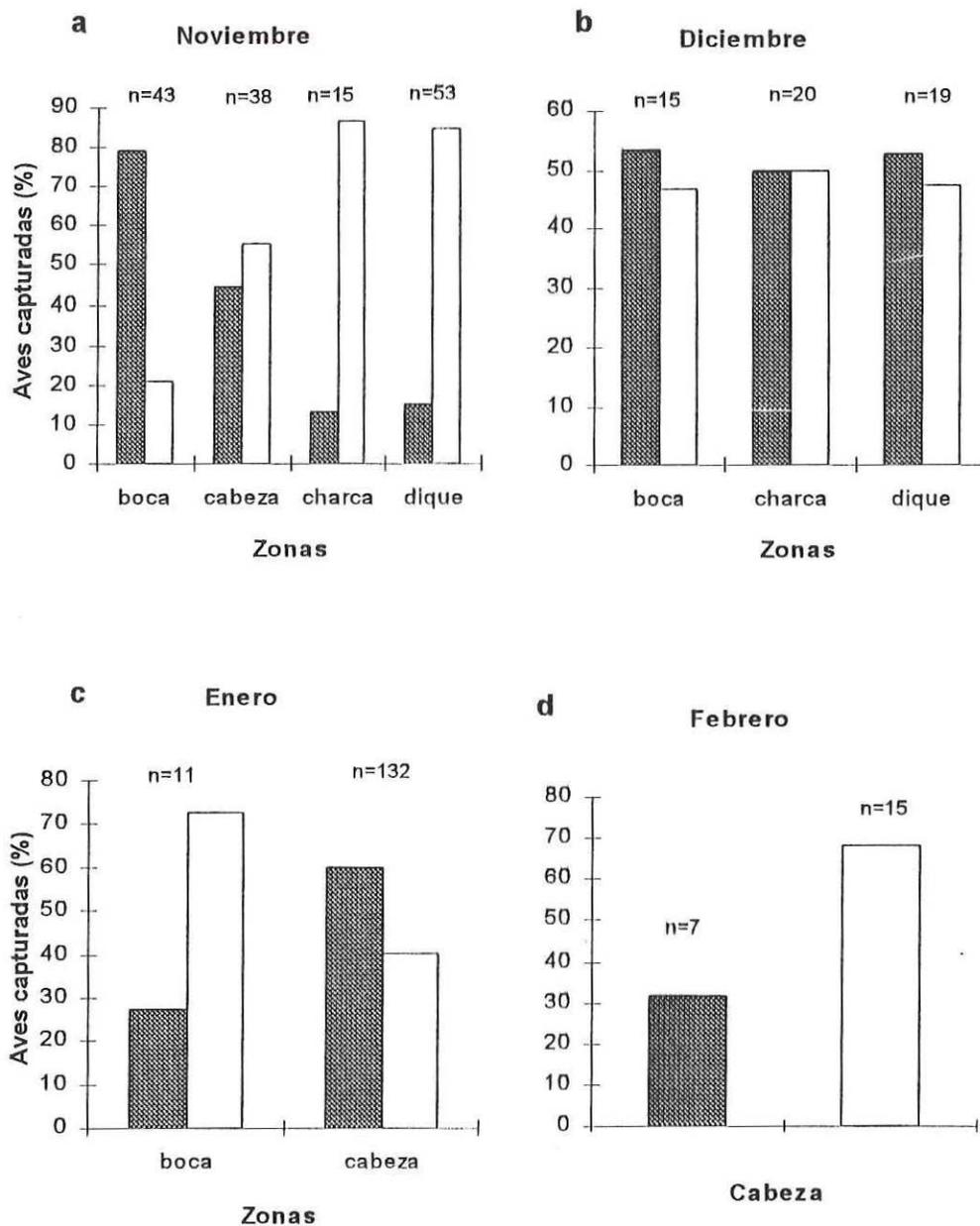


Figura 5. Porcentaje por edad de *Calidris mauri* en el estero de Punta Banda en cuatro meses (a-d) de la temporada invernal 1994-1995. Adultos ■ ; subadultos □ .

En diciembre se capturó en la boca, charca y dique. El tamaño de muestra por zona fue pequeño y no se encontraron diferencias significativas en la proporción de adultos y subadultos ($\chi^2_{(2)}=0.045$, $p=0.977$) (fig. 5b, tabla III).

En enero las capturas se hicieron en la boca y en la cabeza. El tamaño de muestra en la boca fue demasiado pequeño para realizar pruebas estadísticas. En la cabeza los adultos fueron más abundantes en una proporción de 1.5:1 ($\chi^2_{(1)}=35.885$, $p=0.05$) (fig. 5c, tabla III). En febrero se capturó en la cabeza y al igual que en noviembre, no hubo diferencias significativas en las proporciones de adultos y subadultos ($\chi^2_{(1)}=2.227$, $p=0.135$) (fig. 5d, tabla III).

IV.2.2. Recapturas

De noviembre de 1994 a marzo de 1995 se recapturaron 10 aves en redes y 87 por avistamientos. Algunas de estas aves se recapturaron más de una vez lo que dio un total de 157 recapturas (tabla IV).

Tabla IV.- Aves recapturadas, número de recapturas por ave y total de recapturas durante la temporada invernal 1994-1995.

	No. de recapturas	No. de aves	Total de recapturas
	1	58	58
	2	26	52
	3	6	18
	4	6	24
	5	1	5
Total		97	157

IV.2.2.1. Durante mareas altas:

Se realizaron 55 recapturas en las cuatro zonas de muestreo, pero el tamaño de muestra por mes fue muy pequeño por lo que no se aplicó un análisis estadístico. La mayoría de las recapturas en la boca fueron de adultos, en la cabeza y la charca de subadultos, y en el dique exclusivamente subadultos (tabla Va).

Tabla V.- Recapturas por zona y edad de *C. mauri* en mareas alta y bajas en el estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.

a) MAREA ALTA

Mes	n	Hábitats naturales				Hábitats antropogénicos			
		Boca		Cabeza		Charca		Dique	
		Adulto	Subadulto	Adulto	Subadulto	Adulto	Subadulto	Adulto	Subadulto
noviembre	5								5
diciembre	16	2				2	8		4
enero	30	3	3	9	15				
febrero	4				1	1	2		
Total	55	5	3	9	16	3	10		9

b) MAREA BAJA

Mes	n	Hábitats naturales					
		Boca		Cabeza		Canal	
		Adulto	Subadulto	Adulto	Subadulto	Adulto	Subadulto
diciembre	16	1	2	4	5	4	
enero	12	1	3		4	1	3
febrero	72					42	30
marzo	2	2					
Total	102	4	5	4	9	47	33

IV.2.2.2. Durante mareas bajas:

Se realizaron 102 recapturas. En diciembre, enero y marzo el tamaño de muestra por zona fue pequeño, lo que no permitió el uso de ninguna prueba estadística. En la boca y la cabeza se recapturó un número ligeramente mayor de subadultos (tabla Vb). Las recapturas de febrero se concentraron en el canal principal del estero, y aunque se recapturó un mayor número de adultos (tabla Vb), no hubo diferencias significativas en la proporción de adultos y subadultos ($\chi^2_{(1)}=1.68$, $p=0.194$).

IV.2.2.3. Fuentes de error en avistamientos

Las aves marcadas con anillos verde, blanco y amarillo tuvieron un porcentaje similar de recaptura (tabla VI). Las aves marcadas con rojo tuvieron una probabilidad menor de recaptura, aunque tampoco hubo diferencias significativas (tabla VI). Al realizar una prueba de poder del análisis, se vio que la probabilidad de cometer un error tipo II al avistar los individuos marcados con rojo es de 0.51. En aves con anillos de color blanco se encontró que la probabilidad de cometer el mismo error en el avistamiento es de 0.069, mientras que los avistamientos de los individuos con anillos de color verde y amarillo presentaron una probabilidad cercana a cero de cometer error tipo II.

Tabla VI.- Análisis del error de avistamiento en la observación de las aves marcadas con los diferentes anillos de colores.

Color	$\chi^2_{(1)}$	P
Aves con anillos verdes	≈0.000	≈1.000
Aves con anillos blancos	0.083	0.772
Aves con anillos amarillos	≈0.000	≈1.000
Aves con anillos rojos	2.301	0.129

IV.3. Movimientos de *C. mauri* en el estero

IV.3.1. Durante mareas altas:

Individuos marcadas en las cuatro zonas se recapturaron en mayor número en las planicies lodosas de la cabeza del estero (fig. 6a, tabla VIIa). Los valores observados y esperados de las aves recapturadas por zona y sus diferencias se encuentran en la tabla VIIIa.

Las abundancias obtenidas en el análisis de independencia entre zonas de captura y recaptura mostraron que existían cuatro grupos en la población de *C. mauri* (tabla IXa). Un grupo lo formaron los individuos capturados en la boca, sus movimientos se concentraron entre la boca y la cabeza. Un segundo grupo lo integraron los individuos capturados en la cabeza, este grupo presentó un mayor movimiento entre la cabeza y la charca. Un tercer grupo lo formaron los individuos capturados en la charca, sus movimientos se concentraron entre la charca y la cabeza. El cuarto grupo se formó por individuos capturados en el dique, estos

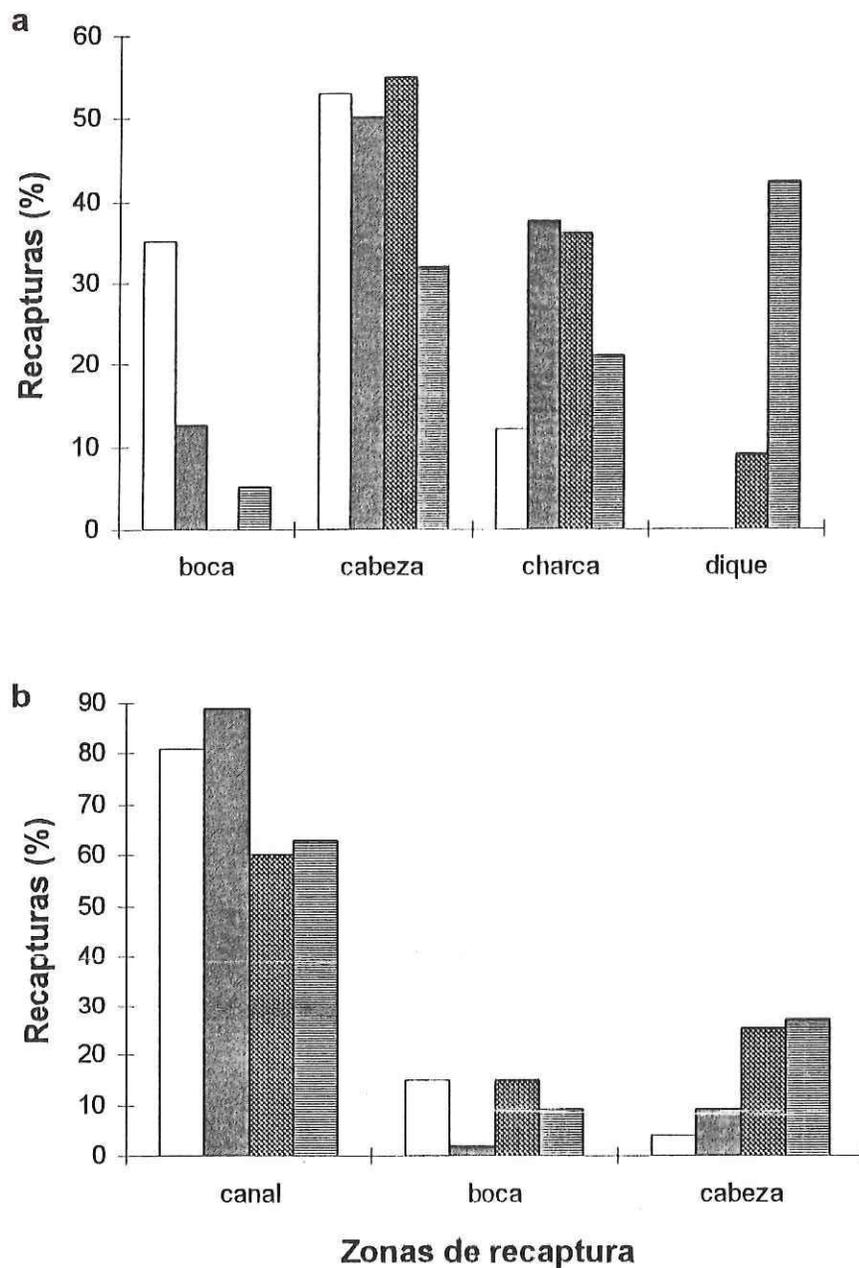


Figura 6. Porcentaje de recapturas. a) En mareas altas; b) En mareas bajas. Zona de captura: boca  ; cabeza  ; charca  ; dique .

realizaron movimientos frecuentes a la charca y en menor número a la cabeza pero se concentraron principalmente en el dique (tabla IXa, fig. 7).

Tabla VII.- Recapturas de *C. mauri* por zona en mareas altas y bajas en el estero

Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995.

a) MAREA ALTA

Zonas de Recaptura	Zonas de Captura				Total
	Boca	Cabeza	Charca	Dique	
Boca	6	1	0	1	8
Cabeza	9	4	6	6	25
Charca	2	3	4	4	13
Dique	0	0	1	8	9
Total	17	8	11	19	55

b) MAREA BAJA

Zonas de Recaptura	Zonas de Captura				Total
	Boca	Cabeza	Charca	Dique	
Canal	22	39	12	7	80
Boca	4	1	3	1	9
Cabeza	1	4	5	3	13
Total	27	44	20	11	102

Tabla VIII.- Tablas de contingencia de χ^2 del uso y movimientos de *C. mauri* en el estero Punta Banda durante el invierno 1994-1995. (O=valor observado, E=valor esperado).

a) MAREA ALTA

Zonas de Recaptura		Zonas de Captura				n	χ^2	gl	P
		Boca	Cabeza	Charca	Dique				
Boca	O	5	1	0	1	7	23.30	9	0.025
	E	2.38	1.52	1.6	2.38				
Cabeza	O	9	3	5	4	21			
	E	7.14	2.8	3.5	7.14				
Charca	O	2	3	3	4	12			
	E	4.08	1.78	2.0	4.08				
Dique	O	0	0	0	7	7			
	E	2.38	1	1.19	2.38				
Total		16	7	8	16	47			

b) MAREA BAJA

Zonas de Recaptura		Zonas de Captura				n	χ^2	gl	P
		Boca	Cabeza	Charca	Dique				
Canal	O	19	29	8	6	62	18.93	6	0.025
	E	17.6	24.49	13	7.0				
Boca	O	3	0	3	0	6			
	E	1.75	2.37	1.25	1.4				
Cabeza	O	1	3	6	3	13			
	E	3.69	3.03	2.72	1.44				
Total		23	32	17	9	81			

Tabla IX.- Matrices del uso de las zonas de muestreo en el estero Punta Banda por *C. mauri* durante el invierno 1994-1995. (Simbología: (+)=más de lo esperado; (-)=menos de lo esperado; 0=lo esperado).

a) MAREA ALTA

Zonas de Captura	Zonas de Recaptura			
	Boca	Cabeza	Charca	Dique
Boca	+	+	-	-
Cabeza	-	0	+	-
Charca	-	+	+	-
Dique	-	-	0	+

b) MAREA BAJA

Zonas de Captura	Zonas de Recaptura		
	Canal	Boca	Cabeza
Boca	+	+	-
Cabeza	+	-	0
Charca	-	+	+
Dique	-	-	+

IV.3.2. Durante mareas bajas:

Calidris mauri se concentró en tres zonas: boca, cabeza y canal principal, esta última es utilizada sólo en las mareas bajas cuando el estero está al descubierto. En planicies lodosas del canal principal se recapturó un mayor número de individuos marcados en las cuatro zonas del estero (fig. 6b, tabla VIIIb). Los valores observados y esperados de los individuos recapturados por zona y sus diferencias se encuentran en la tabla VIIIb.

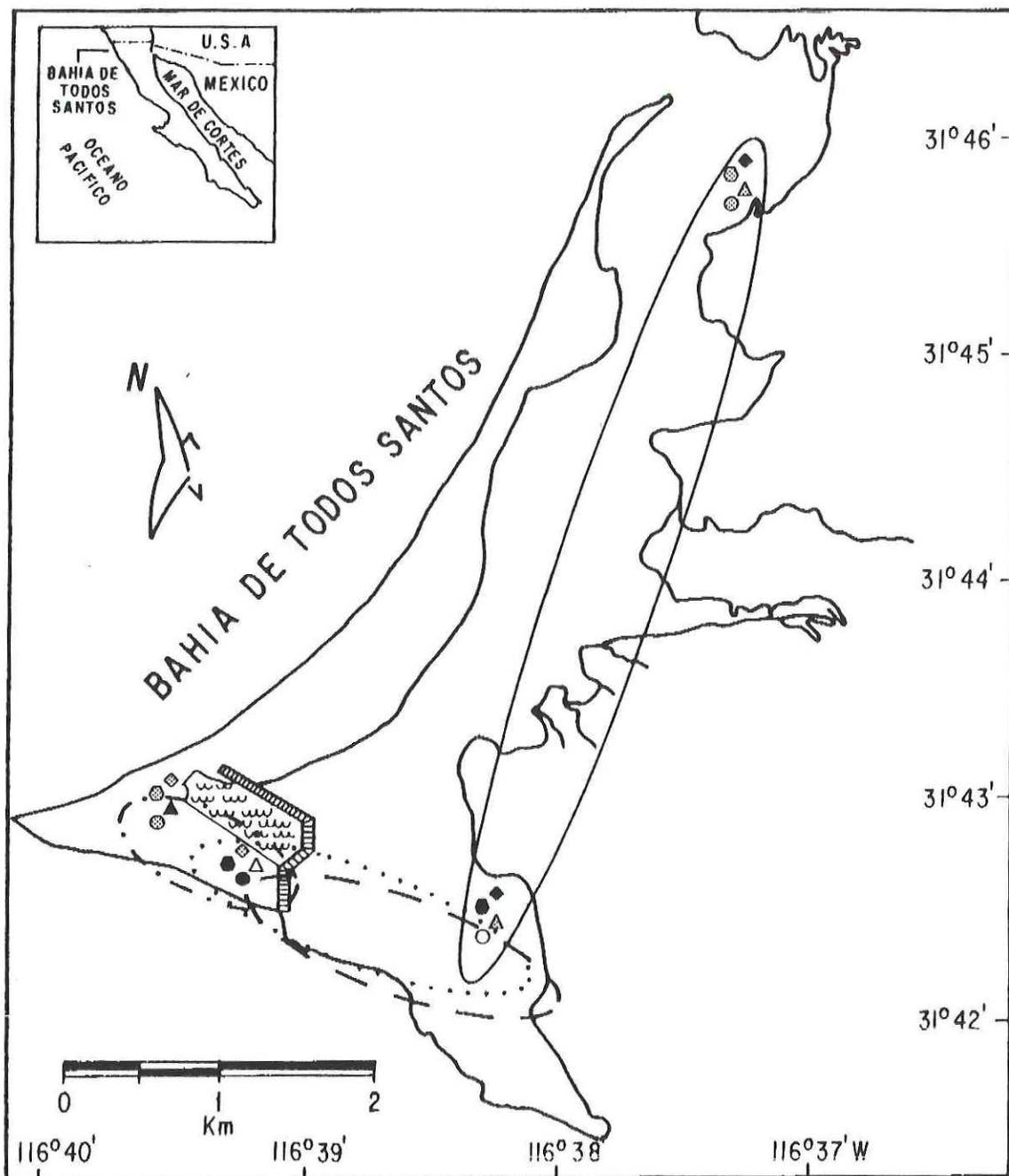


Figura 7. Movimientos de *Calidris mauri* en el estero Punta Banda durante mareas altas. Zonas de captura: Boca \diamond ; Cabeza \circ ; Charca \square ; Dique \triangle . Abundancias: Mas de lo esperado hatched ; Menos de lo esperado solid black ; Lo esperado white . Movimientos por grupos: Boca solid line ; Cabeza dashed line ; Charca dotted line ; Dique dash-dot line .

De acuerdo a las abundancias obtenidas en el análisis de independencia entre zonas de captura y recaptura también se identificaron cuatro grupos, que al parecer fueron los mismos que en mareas altas, pero con movimientos diferentes.

El grupo de aves de la boca realizó movimientos entre el canal y la boca; el grupo de la cabeza utilizó principalmente el canal seguido por la cabeza; el grupo de aves de la charca realizó movimientos entre la boca y la cabeza, mientras que el grupo del dique se limitó a la cabeza del estero (tabla IXb, fig. 8).

IV.4. Comparación de infauna en sedimento y estómagos

IV.4.1. Muestras de sedimento

Se encontraron cinco grandes grupos de invertebrados (tabla X). Entre los dípteros se diferenciaron cuatro especies en fase de larva y una especie en fase de pupa. De éstas sólo una de las larvas y la pupa se identificaron hasta familia (tabla X). Las abundancias de los invertebrados colectados se muestra en la tabla X. El mayor número de invertebrados se encontró en la cabeza (66%), en tanto que la boca y la charca tuvieron un 17% cada una (fig. 9).

Los tres invertebrados más numerosos mostraron abundancias diferentes entre las zonas de muestreo (larvas Chironomidae: $\chi^2_{(2)}=221.86$, $p=0.001$, pupas Chironomidae: $\chi^2_{(2)}=503.58$, $p=0.001$, poliquetos $\chi^2_{(2)}=331.23$, $p=0.001$) (fig. 10).

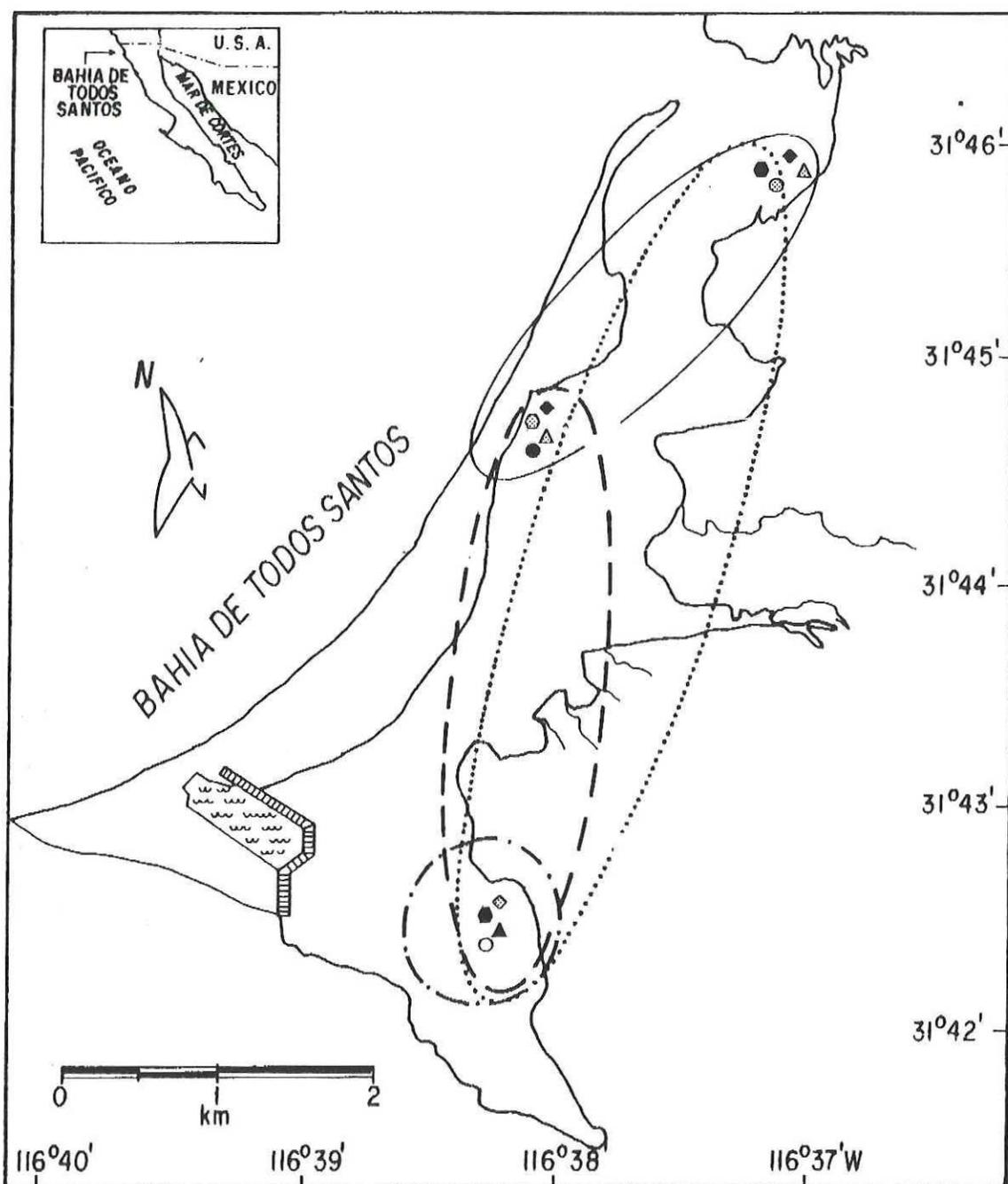


Figura 8. Movimientos de *Calidris mauri* en el estero Punta Banda durante mareas bajas. Zonas de captura: Boca \diamond ; Cabeza \circ ; Charca \square ; Dique \triangle . Abundancias: Mas de lo esperado hatched ; Menos de lo esperado solid black ; Lo esperado white . Movimientos por grupos: Boca solid line ; Cabeza dashed line ; Charca dotted line ; Dique dash-dot line

Tabla X.- Composición y abundancias de los grupos de invertebrados colectados en las zonas de muestreo durante la temporada invernal 1994-1995

Grupos	Total	Hábitats naturales				Hábitats antropogénicos	
		Boca	%	Cabeza	%	Charca	%
Pupa Chironomidae (Diptera)	803	23	3	540	67	240	30
Larva Chironomidae (Diptera)	737	126	17	434	59	177	24
Poliquetos	555	207	37	348	63	0	0
Tanaidaceos	177	1	0.5	176	99.5	0	0
Larva 3 (Diptera)	85	43	51	42	49	0	0
Larva 2 (Diptera)	84	0	0	64	76	20	24
Oligoquetos	60	21	35	39	65	0	0
Anfípodos	39	0	0	39	100	0	0
Larva 4 (Diptera)	9	0	0	0	0	9	100
Total de individuos	2549						

IV.4.2. Estómagos

Se identificaron tres grupos de invertebrados en los 14 estómagos colectados de *C. mauri* (tabla XI). Los dípteros fueron el grupo más abundante. Las abundancias de las pupas y larvas de Chironomidae en el sedimento se ven reflejadas en las muestras de los estómagos de *C. mauri*, representando el 70 y 22% respectivamente del alimento encontrado (tabla XI). El resto de los grupos del sedimento no se registraron en los estómagos. Mediante un análisis de varianza de dos vías (zona x estómagos), se encontró que no existían diferencias significativas en la abundancia de larvas y pupas de Chironomidae (tabla XII).

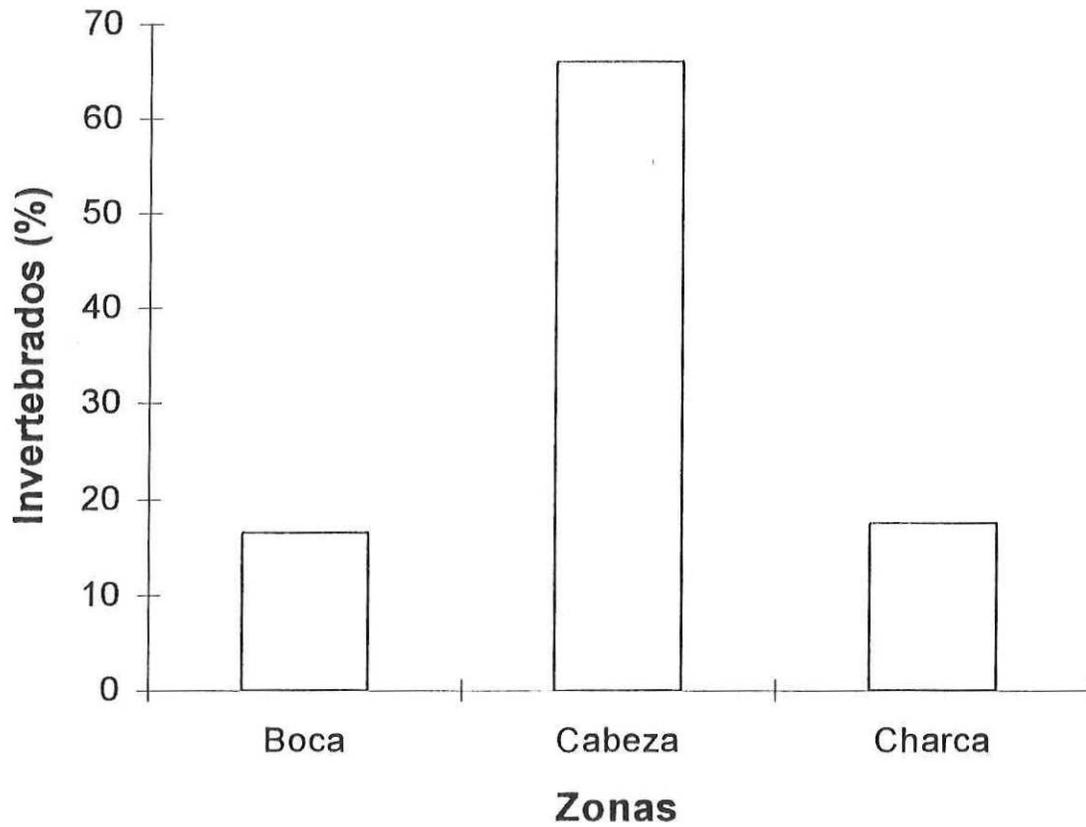


Figura 9. Porcentaje de invertebrados encontrados en las zonas de muestreo del estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995 ($n=2549$).

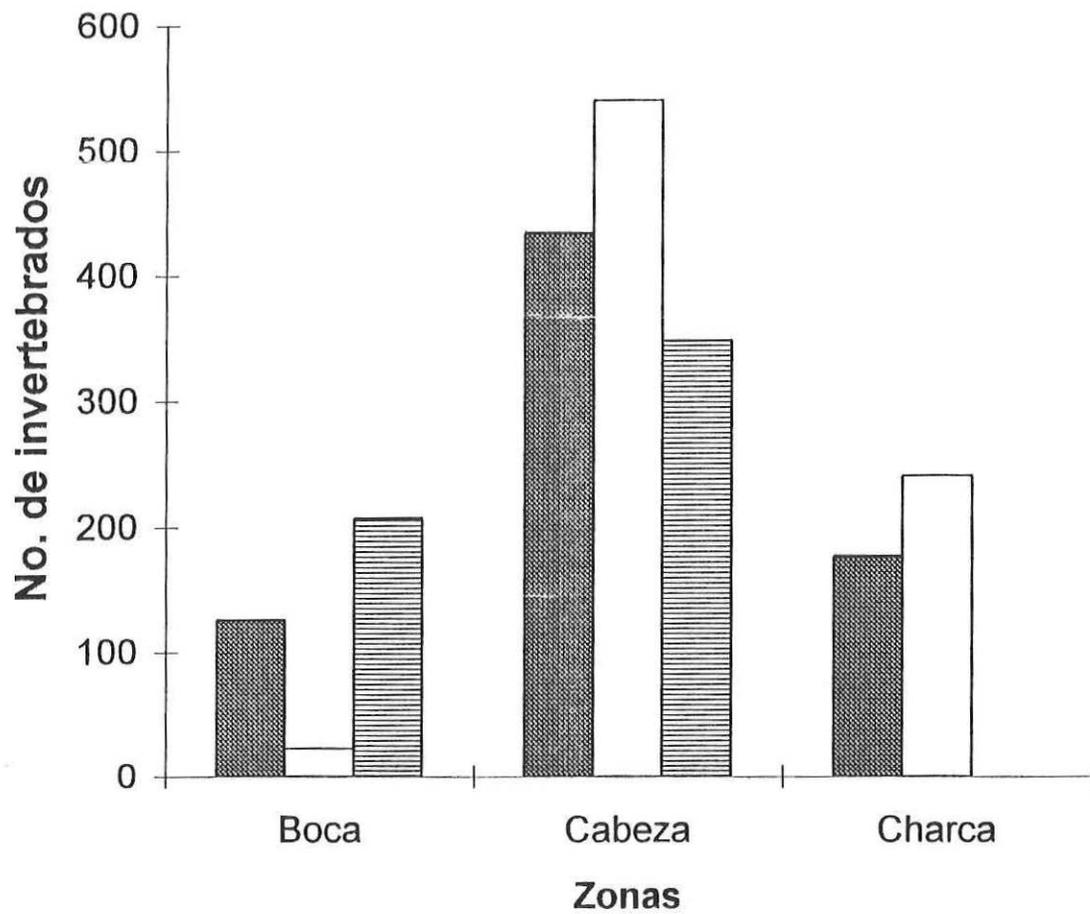


Figura 10. Abundancias de larvas y pupas de Chironomidae y poliquetos en las zonas de muestreo del estero Punta Banda durante la temporada invernal 1994-1995. Larvas  ; pupas  ; poliquetos  .

Tabla XI.- Abundancias de los grupos de invertebrados identificados en los estómagos de *C. mauri*.

Grupos	No. de individuos	%
Dípteros		
-Pupa Chironomidae	595	70.0
-Larva Chironomidae	191	22.0
-Larva 1	1	0.1
-Larva 4	57	6.7
Poliquetos	8	1.0
Tanaidaceos	1	0.1
Total	853	100.0

Tabla XII.- Análisis de varianza de las medias de las muestras de larvas y pupas de Chironomidae en la zona de captura y los estómago.

FUENTE	SC	gl	CM	F	P
media	7161.4472	1	7161.4472	20.327	0.139
estómagos	352.3089	1	352.3089		
Interacción	355.7538	2	177.8769	2.847	0.260
zona/estómagos	124.9752	2	62.4876		

V. DISCUSIÓN

V.1. Abundancia y variación temporal en la población

La población de *C. mauri* en el estero Punta Banda tuvo un descenso desde mediados de la temporada, diciembre 1994-enero 1995. Estudios realizados durante 20 años en Bolinas Lagoon (N. Warnock *et al.* 1995) reportan que en cada temporada invernal la población de *C. alpina* decrece durante diciembre, enero y febrero entre 40 y 60%. Se cree que existe relación con condiciones ambientales inestables, como lluvias y vientos fuertes (Evans 1976, N. Warnock *et al.* 1995) que afectan la disponibilidad del alimento, además de fuertes presiones de depredación (N. Warnock com. pers.); sin embargo, no existen suficientes pruebas que apoyen estas especulaciones. En el estero de Punta Banda no se registran condiciones ambientales tan adversas, pero no se ha podido determinar las causas bióticas o abióticas que originaron el descenso de la población de *C. mauri*.

V.2. Estructura de la población

V.2.1. Sexo

Se ha registrado que machos y hembras de *C. mauri* invernan a diferentes latitudes (Page *et al.* 1972, Naranjo *et al.* 1994). Aquí, en el mes de octubre la muestra obtenida fue muy pequeña, sin embargo, no se encontró diferencias en la

proporción de sexos (fig. 3, tabla II). Page *et al.* (1972) encontraron que en los picos de la población de otoño las hembras de *C. mauri* eran tan abundantes como los machos. Esta proporción puede estar relacionada con los patrones de migración, donde los adultos de ambos sexos no presentan diferencias en sus tiempos de partida en otoño hacia zonas de invernación (Senner *et al.* 1981, Butler *et al.* 1987).

Durante el resto de la temporada la población de *C. mauri* del estero presentó diferencias significativa en la proporción de sexos, los machos superaron a las hembras (fig. 3). Estas diferencias coinciden con Page *et al.* (1972) y Gordon (1985) para diferentes lugares de los Estados Unidos (tabla XIII), y con el hecho de que las hembras durante la temporada invernal se extienden más al Sur (Naranjo *et al.* 1994) (tabla XIII).

Tabla XIII.- Proporción de sexos de *C. mauri* a diferentes latitudes.

Latitud	Reportado por	Sexo (%)	
		Machos	Hembras
Costas de Colombia (03°N)	Naranjo <i>et al.</i> (1994)	31	69
Bolivar Texas (29°N)	Gordon (1985)	79	21
Esteros Punta Banda (31°N)	Figura 3 (1995)	80	10
Bolinas lagoon (38°N)	Page <i>et al.</i> (1972)	86	14

V.2.2. Edad

Conforme avanzó la temporada invernal la proporción de adultos capturados aumentó superando a los subadultos (fig. 4a). Este patrón puede reflejar que los subadultos hayan abandonado el estero o que se hayan muerto

durante la temporada invernal. Los subadultos de aves playeras presentan una mayor mortandad que los adultos en sus zonas de invernación (Page y Whitacre 1975, Goss-Custard y Durell 1984, Kus *et al.* 1984, Cresswell y Whitfield 1994).

El haber encontrado en febrero que los subadultos eran más abundantes que los adultos, puede ser reflejo de un tamaño de muestra pequeño. Sin embargo, durante la primavera los adultos de *C. mauri*, migran antes que los subadultos hacia las zonas de reproducción (Senner *et al.* 1981, Senner y Martínez 1982, Butler *et al.* 1987). Este comportamiento diferencial de migración concuerda con la proporción registrada de adultos y subadultos en este mes.

V.3. Distribución espacial por edad

La distribución espacial de los individuos de una población de aves playeras puede estar determinada por la edad (Groves 1978, Burger 1980, Puttick 1981, Goss-Custard y Durell 1987). El descenso de la población de *C. mauri* en el estero durante diciembre, enero y febrero (fig. 2) hizo menos exitosas las capturas y no fue posible capturar en todas las zonas. Esto ocasionó que no se pudiera realizar un análisis estadístico de la distribución espacial de *C. mauri* por edad de toda la temporada. Sólo en noviembre en que se capturó en todas las zonas y con un tamaño de muestra mayor (tabla III). Se considera que para entonces ya había llegado toda la población invernal de *C. mauri*. Debido a esto se utilizaron los

datos de este mes para representar la distribución por edad de *C. mauri* en el estero.

La distribución por edad de *C. mauri* en las zonas de alimentación y descanso no es homogénea. Se encontraron dos casos en las zonas de alimentación: la boca tuvo un número mayor de adultos, mientras que en la cabeza no hubo diferencias entre adultos y subadultos. La boca tiene un área de alimentación menor en comparación con las planicies lodosas de la cabeza (fig. 1). Esto pudiera ser causa de frecuentes encuentros agonísticos observados entre adultos y subadultos. Un área mayor, así como una supuesta mayor cantidad del recurso alimentario en la cabeza del estero (figs. 9 y 10) pudieran dar como resultado una menor competencia por espacio y alimento, lo cual influiría en el uso indistinto de la zona por adultos y subadultos.

El haber encontrado un número mayor de subadultos en los substratos lodosos de la charca y el dique, zonas utilizadas principalmente para descansar en mareas superiores a 1.5 m, sugiere que los subadultos eran segregados a estas zonas las cuales probablemente presentan una menor abundancia de alimento (fig. 9). En California los subadultos de *C. alpina pacifica* son excluidos de las parvadas de adultos durante las etapas de descanso (Ruiz *et al.* 1989) y durante inundaciones son segregados hacia zonas de menor abundancia de alimento (N. Warnock 1990).

Durante la temporada 1994-1995 no se encontró el sitio de descanso de la mayoría de los adultos. La ausencia de estos individuos de la charca y el dique sugiere la existencia de otras zonas usadas por los adultos para descansar en las mareas más altas. En la temporada invernal de 1995-1996 se encontró que muchos individuos de *C. mauri* descansaban en las marismas de la parte media continental, se esperaría que esta zona sea donde se encuentren la mayoría de los adultos.

Los depredadores también afectan la distribución de las aves playeras (Cresswell y Whitfield 1994). En la charca y el dique se observó con mayor frecuencia que en otros sitios la presencia de *Circus cyaneus*, *Falco peregrinus* y *Accipiter cooperii*, estos pudieran ser causa del bajo número y de la ausencia de los adultos respectivamente, en estas zonas.

Al parecer, en mareas bajas, la distribución por edad entre las zonas varía (tabla Vb). La presencia de un mayor número de aves en las planicies lodosas del canal del estero pudiera reflejar la existencia de una abundancia mayor de alimento. Esta zona fue utilizada por la mayoría de los individuos de *C. mauri*; un número menor utilizó las planicies lodosas de la boca y la cabeza del estero.

Parece que algunos individuos de la población fueron excluidos a la periferia de las diferentes zonas, la competencia por el alimento en hábitats aparentemente prioritarios puede ocasionar que las aves subadultas sean desplazada a hábitats secundarios (S. Warnock 1994). En su mayoría, las

recapturas en la boca y cabeza fueron de subadultos, por lo que durante mareas bajas, las planicies lodosas de la boca y la cabeza pudieran ser zonas secundarias de alimentación para *C. mauri*. Los resultados de este estudio sugieren que la composición por edad varía en las diferentes zonas del estero y durante cada ciclo de marea.

V.4. Movimientos de *C. mauri* en el estero

V.4.1. Durante mareas altas:

En la cabeza del estero confluyeron individuos de *C. mauri* de todas las zonas, principalmente para alimentarse (fig. 6a). Esto coincide con un mayor número de invertebrados encontrados en esta zona (fig. 9); la concentración de playeros en ciertos hábitats coincide con la abundancia de alimento (Bryant 1979, Goss-Custard 1979, Puttick 1984).

Los cuatro grupos de *C. mauri* mostraron diferencias en sus movimientos, no utilizaron todos los sitios de muestreo y algunos sitios fueron más utilizados que otros. Al grupo de la boca rara vez se les observó en la charca y nunca en el dique (tabla VIIIa, fig. 7). Se le encontró en mayor número en la boca del estero. Esta exclusividad pudiera deberse a que el grupo estaba formado en su mayoría por adultos. A pesar de que la boca no fue la zona más rica en alimento pudiera representar un área con menos depredadores. Durante 1994-1995 se observó

con menor frecuencia la presencia de *Circus cyaneus* y *Falco peregrinus* (obs. pers.).

Los movimientos de los individuos de los grupos dos y tres se concentraron principalmente entre la cabeza y la charca (fig. 7). El intercambio más grande entre los individuos de la cabeza y la charca se realizó cuando la marea redujo los espacios de alimentación en la cabeza del estero, orillando a las aves a utilizar zonas de menor calidad alimentaria pero disponibles para la alimentación y descanso como la charca. Los grupos dos y tres podrían ser en realidad uno solo, debido a que la mayoría de los individuos de ambos grupos que se desplazaron entre estas zonas fueron subadultos.

El grupo cuatro, individuos del dique, estuvo segregado a zonas de menor calidad y abundancia de alimento (fig. 7), tal vez porque es un grupo formado exclusivamente por subadultos (tabla Va). La edad de las aves playeras condiciona el éxito de forrajeo (Recher y Recher 1969), por lo que los subadultos del dique pudieran ser los individuos con menor experiencia en la búsqueda y competencia por alimento.

V.4.2. Durante mareas bajas:

Los grupos de *C. mauri* fueron los mismos que durante mareas altas, pero sus movimientos se realizaron entre zonas de alimentación, abandonando las

zonas de descanso. En el canal del estero se encontró el mayor número de individuos marcados (fig. 6b) y parece ser una zona de prioridad alimentaria.

Los individuos de los grupos uno y dos, boca y cabeza, realizaron sus movimientos entre el canal principal y sus zonas de captura respectivas (fig. 8). Los movimientos de los grupos de la boca y cabeza reflejaron la importancia de las planicies lodosas del canal principal como zona de alimentación.

Los movimientos de los individuos capturados en la charca y el dique, grupos tres y cuatro, pueden considerarse de la periferia, entre la boca y la cabeza del estero. Aunque el grupo de individuos del dique, continuó siendo un grupo segregado, limitado en mareas bajas principalmente a la cabeza del estero. En mareas bajas los grupos tres y cuatro, pudieran, de acuerdo a sus movimientos ser uno solo. Además, ambos grupos están formados en su mayoría por subadultos (tabla IIIb, fig. 8)

Los grupos identificados en el estero reflejan diferencias en su composición por edad, zonas de alimentación y sus movimientos. En el Sur de la bahía San Francisco, la población de *C. mauri* formaba diferentes grupos, los cuales presentaron una alta fidelidad a los sitios de alimentación y descanso, (S. Warnock y Takekawa *en prensa*). La fidelidad encontrada allí se debe a que el área provee una combinación adecuada entre zonas de alimentación y descanso (S. Warnock y Takekawa *en prensa*).

No se pudo comprobar si existe fidelidad individual de *C. mauri* a los grupos y sitios de alimentación identificados, pero los movimientos de los grupos identificados demostraron que utilizaron más de una zona de alimentación y que existió preferencia por zonas. Estas preferencias pudieran ser en función de la distribución y abundancia del alimento y protección contra depredadores.

V.5. Comparación de infauna en sedimento y estómagos

V.5.1. Muestras de sedimento

Se encontró gran abundancia pero poca diversidad de invertebrados, aunque el tamaño y la frecuencia de las muestras de infauna fueron muy limitadas. Las larvas y pupas de la familia Chironomidae dominaron numéricamente en la comunidad de invertebrados encontrados. Se registró el mayor número de larvas y pupas de Chironomidae en las planicies lodosas de la cabeza del estero (tabla X). Esta posible desigualdad en la distribución de alimento puede explicar la distribución de *C. mauri* en el estero. La variación en la abundancia de las presas entre los hábitats de una zona repercute en la distribución de las aves playeras, en su comportamiento durante la alimentación e interacciones sociales (Evans y Dugan 1984, Colwell y Landrum 1993).

No se estimó la abundancia de invertebrados en los substratos lodosos del dique debido a que el substrato es muy duro. Además, nunca se observó que las aves se alimentaran en esta zona, su uso fue para descanso. No se pudo estimar

la abundancia de alimento en las planicies lodosas del canal principal ya que no fue posible llegar hasta esta zona y tomar las muestras de sedimento. Sin embargo, la presencia de un mayor número de aves alimentándose indica que pudiera ser la zona con mayor cantidad de alimento disponible.

V.5.2. Estómagos

Las larvas y pupas de la familia Chironomidae son una fuente importante de alimento para *C. mauri* en el estero de Punta Banda. Estos invertebrados fueron las presas más abundantes en los estómagos de *C. mauri* y las muestras de infauna. Además, estos invertebrados representan una importante fuente de alimento en sus zonas de reproducción y otros sitios migratorios (Baldassarre y Fischer 1984, W.H. Wilson 1994).

V.6. Problemas estadísticos

V.6.1. Tamaño de muestra

El tamaño pequeño de la muestra no permitió determinar la distribución de *C. mauri* por edad durante mareas bajas. Es probable que caiga en el error de sobrestimar los movimientos de los individuos, debido al número de veces en que se recapturó cada ave.

V.6.2. *Fuentes de error en avistamientos*

A pesar de no encontrar diferencias significativas en los cuatro colores marcados y observados, se demostró mediante una prueba de poder que las aves marcadas con anillos de color rojo parecen haber sido observadas en menor proporción al número en que se marcaron. Esto refleja a un grupo de individuos cuyos movimientos impidieron su observación durante las recapturas; la mortandad o abandono del estero de una clase o grupo de la población durante la temporada invernal; o tal vez pudiera ser un color difícil de identificar en el campo.

VI. CONCLUSIONES

1.- El estero de Punta Banda albergó una población invernal de *C. mauri* con un máximo de 4000 individuos en octubre y un mínimo de 1300 individuos en marzo.

2.- La población de *C. mauri* en el estero de Punta Banda presentó diferencias en el número de individuos por sexos, los machos superaron a la hembras en una proporción 8:1 durante la temporada invernal 1994-1995.

3.- La proporción de subadultos fue disminuyendo con respecto a los adultos conforme avanzó la temporada invernal.

4.- Se identificaron cuatro grupos de *C. mauri*, en el estero de Punta Banda diferenciados por edad, zona de captura y movimientos: 1) individuos capturados en la boca, en su mayoría adultos; 2) individuos capturados en la cabeza, formados por adultos y subadultos; 3) individuos capturados en la charca, en su mayoría subadultos, y 4) individuos capturados en el dique, exclusivamente subadultos.

5.- Los subadultos de *C. mauri* parecen segregados a zonas de menor calidad y abundancia de alimento: en mareas altas a los substratos lodosos de la charca y el dique y en mareas bajas a las planicies lodosas de la boca y cabeza del estero.

6.- Los movimientos de adultos y subadultos variaron entre las zonas de alimentación y descanso, probablemente como resultado de la distribución del recurso alimentario y competencia por alimento y espacio.

7.- Durante la temporada invernal 1994-1995 las zonas más importantes de alimentación para *C. mauri* fueron las zonas naturales: en mareas altas las planicies lodosas de la cabeza del estero y en mareas bajas las planicies lodosas del canal principal del estero.

8.- La charca y el dique fueron zonas importantes de descanso durante mareas altas para los subadultos, pero no se encontró dónde descansaba la mayoría de los adultos.

9.- Las larvas y pupas de la familia Chironomidae dominaron numéricamente en la comunidad de invertebrados muestreados y en el contenido estomacal de *C. mauri*.

LITERATURA CITADA

- American Ornithologists' Union. 1983. "Check-list of North American Birds". Sixth ed., American Ornithologists' Union, Washington, D.C. 877 pp.
- Baldassarre, G.A. y D.H. Fischer. 1984. "Food habitats of fall migrant shorebirds on the Texas High Plains". *J. Field Ornithol.* 55:220-229.
- Baker, M.C. 1977. "Shorebird food habitats in the eastern Canadian arctic". *Condor* 79:56-62.
- Baker, M.C. y A.E.M. Baker. 1973. "Niche relationships among six species of shorebirds on their wintering and breeding ranges". *Ecol. Monogr.* 43:193-212.
- Bellrose, F.C., T.G. Scott, A.S. Hawkins y J.B. Low. 1961. "Sex ratios and age ratios in North American ducks. III. *Nat. Hist. Surv. Bull.* 27:391-474.
- Buchanan, J.B., C.T. Schick, L.A. Brennan y S.G. Herman. 1988. "Merlin predation on wintering Dunlins: hunting success and Dunlin escape tactics". *Wilson Bull.* 100:108-118.
- Brown, R.G. 1962. "The aggressive and distraction behaviour of the Western sandpiper (*Eneunetes mauri*)". *Ibis* 104:1-12.
- Bryant, D.M. 1979. "Effects of prey density and site character on estuary usage by overwintering waders (Charadrii)". *Estuar. Coas. Mar. Sci.* 9:369-384.

- Burger, J. 1980. "Age differences in foraging Black-necked Stilts in Texas". *Auk* 97:633-636.
- Burger, J. 1984a. "Shorebirds as marine animals". En: J. Burger y B. L. Olla (eds.). "Shorebirds: Breeding behavior and populations". Plenum Press. New York, 5:17-72.
- Burger, J. 1984b. "Abiotic factors affecting migrant shorebirds". En: J. Burger y B. L. Olla (eds.). "Shorebirds: Migration and foraging behavior". Plenum Press. New York, 6:1-72.
- Burger, J., M.A. Howe, D.C. Hahn y J. Chase. 1977. "Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds". *Auk* 94:743-758.
- Butler, R.W., G.W. Kaiser y G.E.J. Smith. 1987. "Migration chronology, length of stay, sex ratio, and weight of Western sandpipers, (*Calidris mauri*) on the South coast of British Columbia". *J. Field Ornithol.* 58:103-11.
- Colwell, M.A. 1993. "Shorebird community patterns in a seasonally dynamic estuary". *Condor* 95:104-114.
- Colwell, M.A. y S.L. Landrum. 1993. "Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance". *Condor* 95:94-103.

- Connors, P.G., J.P. Myers, C.S.W. Connors y F.A. Pitelka. 1981. "Interhabitat movements by Sanderling in relation to foraging profitability and the tidal cycle". *Auk* 98:49-64.
- Cresswell, W. y D.P. Whitfield. 1994. "The effects of raptor predation on wintering wader populations at the Tynninghame estuary, Southeast Scotland". *Ibis* 136:223-232.
- Duffy, D.C., N. Atkins y D.C. Schneider. 1981. "Do shorebirds compete on their wintering grounds?". *Auk* 98:215-229.
- Elliot, C.C.H., M. Watner, L.G. Underhill, J.S. Pringle y W.J.A. Dick. 1976. "The migration system of the Curlews sandpiper *Calidris ferruginea* in Africa". *Ostrich* 47:191-213.
- Escofet, A. 1989. "Ecología aplicada en Baja California". En: J. de la Rosa-Vélez y F. González-Farías (eds.), "Temas de Oceanografía Biológica en México". Universidad Autónoma de Baja California, México. 10:258-318.
- Escofet, A., D.H. Loya-Salinas y J. Arredondo. 1988. "El estero de Punta Banda (B.C. México) como hábitat de la avifauna". *Ciencias Marinas* 14:73-100.
- Espejel, I. 1993. "Conservation and management of dry coastal vegetation". En: J.L. Fermán Alameda, L. Gomez-Morín y D.W. Fisher (eds.). "Coastal Management in México". New York, ASCE, 119-136.

- Evans, P.R. 1976. "Energy balance and optimal foraging strategies in shorebirds: some implications for their distributions and movements in the non-breeding season". *Ardea* 64:112-139.
- Evans, P.R. 1979. "Adaptations shown by foraging shorebirds to cyclic variations in the activity and availability of their intertidal invertebrate prey". En: E. Naylor y R.G. Hartnoll (eds.). "Cyclic phenomena in marine plants and animals". Pergamon Press, New York, 357-366.
- Evans, P.R. 1988. "Predation of intertidal fauna by shorebirds in relation to time of day, tide, and year". En: G. Chelazzi y M. Vannini (eds.). "Behavioral adaptation to intertidal life". Plenum Press, New York, 65-78.
- Evans, P.R. y P.J. Dugan. 1984. "Numbers in relation to food resource, in coastal Waders and Wildfowl in Winter". En: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard y W. G. Hale (eds.). "Coastal birds". Cambridge University Press, Cambridge, 8-28.
- Evans, P.R. y Pienkowski. 1984. "Population dynamics of shorebirds". En: J. Burger y B.L. Olla (eds.). "Shorebirds: Breeding behavior and populations". Plenum Press, New York, 5:83-118.
- Gordon, L.M. 1985. "Sex, dispersion and aggression in Western sandpipers on the Bolivar Flats, Texas". Unpublished M.Sc. Thesis, Texas A&M University. Galveston.

- Goss-Custard, J.D. 1970a. "Feeding dispersion in some overwintering wading birds". En: J.H. Crook (ed.). "Social Behavior in Birds and Mammals". Academic Press, New York, 3-35.
- Goss-Custard, J.D. 1970b. "The responses of Redshank (*Tringa totanus*) to spatial variations in the density of their prey". *J. Anim. Ecol.* 39:91-113.
- Goss-Custard, J.D. 1979. "Effect on habitat loss on the numbers of overwintering shorebirds". *Studies in Avian Biol.* 2:167p.
- Goss-Custard, J.D. 1984. "Intake rates and food supply in migrating and wintering shorebirds". En: J. Burguer y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:233-270.
- Goss-Custard, J.D., S.E.A. Durell y B.J. Ens. 1982a. "Individual differences in aggressiveness and food stealing among wintering Oystercatcher, *Haematopus ostralegus* L". *Anim. Behav.* 30:917-928.
- Goss-Custard, J.D., S.E.A. Durell, S. McGroarty y C.J. Reading. 1982b. "Use of mussel *Mytilus edulis* beds by Oystercatchers *Haematopus ostralegus* according to age and population size". *J. Anim. Ecol.* 51:543.
- Goss-Custard, J.D., R.T. Clarke y S.E.A. Durell. 1984. "Rates of food intake and aggression of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* on the most and least preferred mussel *Mytilus edulis* beds of the Exe estuary". *J. Anim. Ecol.* 53:233-246.

- Goss-Custard, J.D. y S.E.A. Durell. 1984. "Feeding ecology, winter mortality and the population dynamics of Oystercatcher, *Haematopus ostralegus*, on the Exe Estuary". En: J. Burger y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:233-270.
- Goss-Custard, J.D. y S.E.A. Durell. 1987. "Age related effects in Oystercatchers *Haematopus ostralegus* feeding on mussels *Mytilus edulis*". *J. Anim. Ecol.* 56:521-536.
- Greenhalgh, M.E. 1968. "The sex ratio of migrant Ruff". *Bird Study* 15: 210-212.
- Groves, S. 1978. "Age-related differences in Ruddy turnstone foraging and aggressive behavior". *Auk* 95:95-103.
- Hartwick, E.B. y W. Blaylock. 1979. "Winter ecology of Black Oystercatcher population". *Studies in Avian Biol.* 2:207-215.
- Have, T.M., van der, E. Nieboer y B.C. Boere. 1984. "Age-related distribution of Dunlin in the Dutch Wadden Sea". En: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard y W.G. Hale. (eds.). "Coastal waders and wildfowl in winter". Cambridge University Press, Cambridge, 160-176.
- Hayman, P., J. Marchant y T. Prater. 1988. *Shorebirds. An identification guide.* Houghton Mifflin Company, Boston, MA. 412 pp.
- Helmers, D.L. 1992. "*Shorebird management manual*". Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Manomet, MA. 58 pp.

- Heppleston, P.B. 1971. "The feeding ecology of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* L. in winter in Northern Scotland". *J. Anim. Ecol.* 41:651-672.
- Hicklin, P.W. y P.C. Smith. 1984. "Selection of foraging sites and invertebrate prey by migrant Semipalmated sandpipers, *Calidris pusilla* (Pallas), in Minas Basin, Bay of Fundy". *Can. J. Zool.* 62:2201-2210.
- Holmes, R.T. 1971. "Density, habitat, and the mating system of the Western sandpiper (*Calidris mauri*)". *Oecologia* 7:191-208.
- Holmes, R.T. 1972. "Ecological factor influencing the breeding season schedule of Western sandpiper (*Calidris mauri*) in subarctic Alaska". *Am. Wildl. Nat.* 87:472-491.
- Holmes, R.T. 1973. "Social behaviour of breeding Western sandpiper (*Calidris mauri*)". *Ibis* 115:107-123.
- Holmes, R.T. y F.A. Pitelka. 1968. "Food overlap among coexisting sandpipers on Northern Alaska tundra". *Syst. Zool.* 17:305-318.
- Kelly, P.R. y Cogswell, H.L. 1979. "Movements and habitats use by wintering populations of Willets and Marbled godwits". *Studies in Avian Biology* 2:69-82.
- Kus, B.E. 1982. "Dunlin and Merlins on the Bolinas Lagoon". *Point Reyes Newsletters* 58.

- Kus, B.E., P. Ashnab, G.W. Page y L.E. Stenzel. 1984. "Age-related mortality in a wintering population of Dunlin". *Auk* 101:69-73.
- MacLean, S.F. Jr. y R.T. Holmes. 1971. "Bill length, winter areas, and taxonomy of North American Dunlins, *Calidris alpina*". *Auk* 88:893-901.
- Marchetti, K. y T. Price. 1989. "Differences in the foraging of juvenile and adult birds: the importance of developmental constraints". *Biol. Rev.* 64:51-70.
- Massey, B.W. y E. Palacios. 1994. "Avifauna of the wetlands of Baja California, México: current status". *Studies in Avian Biol.* 15:45-57.
- Mayr, E. 1939. "The sex ratio in wild birds". *Am. Nat.* 73:156-179.
- Morrell, S.H., H.R. Huber, T.J. Lewis y D.G. Ainley. 1979. "Feeding ecology of Black Oystercatcher on South Farallon Island, California". En: F.A. Pitelka (ed.). "Studies in Avian Biology". Cooper Ornithological Society, Allen Press, Lawrence, KS, 2:185-186.
- Morrison, R.I. y P.K. Ross. 1989. "Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America". *Canadian Wild. Serv. Spec. Pub.* 325 pp.
- Morrison, R.I., R.K. Ross, J. Guzmán y A. Estrada. 1993. "Aerial surveys of Nearctic shorebirds wintering in México: preliminary results of surveys on the Gulf of México and Caribbean coasts". *Canadian Wild. Serv. Prog. Notes* 206:14 pp.

- Myers, J.P. 1980. "Territoriality and flocking by Buff-breasted sandpipers: Variation in nonbreeding dispersion". *Condor* 82:241-250.
- Myers, J.P. 1981a. "Cross-seasonal interactions in the evolution of sandpiper social systems". *Behav. Ecol. Sociobiol.* 8:195-200.
- Myers, J.P. 1981b. "A test of three hypothesis for latitudinal segregation of the sexes in wintering birds". *Can. J. Zool.* 59:1527-1534
- Myers, J.P. 1984. "Spacing behavior of nonbreeding shorebirds". En: J. Burguer y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:271-321.
- Myers, J.P. 1986. "Structure in Sanderling (*Calidris alba*) populations: The magnitude of intra and interyear dispersal during the nonbreeding season". *Proc. Int. Orn. Congr.* XIX:604-615.
- Myers, J.P., P.G. Connors y F.A. Pitelka, 1979a. "Territory size in wintering Sanderlings: The effects of prey abundance and intruder density". *Auk* 96:551-561.
- Myers, J.P., P.G. Connors y F.A. Pitelka. 1979b. "Territoriality in non-breeding shorebirds". *Studies in Avian Biol.* 2:231-246.
- Myers, J.P., R.I.G. Morrison, P.Z. Antas, B.A. Harrington, T.E. Lovejoy, M. Sallaberry, S.L. Senner y A. Tarak. 1987. Conservation strategy for migratory species. *American Scientist* 75:19-26.

- Naranjo, L.G., R. Franke y W. Beltrán. 1994. "Migration and wintering of Western sandpiper on the Pacific Coast of Colombia". *J. Field Ornithol.* 65:194-200.
- Nishikawa, K. 1983. "Consideraciones sobre el posible impacto ambiental de la instalación de la fábrica de jackets petroleros Bos-Pacific en el estero de Punta Banda". En: Informe preliminar sobre el posible impacto ecológico que la empresa Bos-Pacific S.A. de C.V. ocasionará al instalarse en el estero de Punta Banda B.C. División de Oceanología CICESE. 60 pp (mimeogr.).
- Page, G.W. y B. Fearis. 1971. "Sexing Western sandpipers by bill length". *Bird Banding* 4:82-88.
- Page, G.W., B. Fearis y R.M. Jurek. 1972. "Age and sex composition of Western sandpipers at Bolinas Lagoon". *Calif. Bird.* 3:79-86.
- Page, G.W. y Whitacre, D. F. 1975. "Raptor predation on wintering shorebirds". *Condor* 77:73-83.
- Page, G.W., L.E. Stenzel y C.M. Wolffe. 1979. "Aspects of the occurrence of shorebirds on a central California estuary". En: F.A. Pitelka (ed.). "Shorebirds in marine environments". *Studies in Avian Biol.* 2:15-32.

- Page, G.W. y E. Palacios. 1993. "Winter shorebirds numbers in wetlands along the west coast of Baja, California". Report of PRBP and CICESE. Pacific Flyway Project.
- Palacios, E. y A. Escofet. 1990. "Notas sobre humedales de la Península de Baja California". En: Anónimo. Taller de campo sobre ambientes acuáticos, técnicas de estudio, captura, marcado y manejo de playeros migratorios. Ensenada, B.C. México. CICESE. (mimeogr).
- Palacios, E., A. Escofet y H. Loya-Salinas. 1991. "El estero de Punta Banda, B. C., México como eslabón del "Corredor del Pacífico" abundancia de aves playeras". *Ciencias Marinas* 17:109-131.
- Paz-Vela, R. de la. 1978. "Hidrodinámica y dispersión de contaminantes en el estero de Punta Banda, B.C". Tesis Profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California México. 48 pp.
- Pienkowski, M.W. y Evans, P.R. 1984. "Migratory behavior of shorebirds in the Western Palearctic". En: J. Burguer, y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:73-123.
- Pitelka, F.A., R.T. Holmes y S.F. Maclean, Jr. 1974. "Ecology and evolution of social organization in arctic Sandpipers". *Amer. Zool.* 14:185-204.

- Prater, A.J. 1972. "The ecology of Morecambe Bay III. The food and feeding habitats of Knot (*Calidris canutus* L.) in Morecambe Bay". J. Appl. Ecol. 9:179-194.
- Puttick, G.M. 1977. "Spatial and temporal variations in intertidal animal distribution at Langebaan Lagoon, South Africa". Trans. R. Soc. Afr. 403 pp.
- Puttick, G.M. 1981. "Sex-related differences in foraging behavior of Curlew sandpipers". Ornis Scand. 13:13-17.
- Puttick, G.M. 1984. "Foraging and activity patterns in wintering shorebirds". En: J. Burguer y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:201-231
- Recher, H.F. 1966. "Some aspects of the ecology of migrant shorebirds". Ecology 47:393-407.
- Recher, H.F. y J.A. Recher. 1969. "Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. II. Aggression". Wilson Bull. 81:140-154.
- Ruiz, G., P.G. Connors, S.E. Griffin y F.A. Pitelka. 1989. "Structure of wintering Dunlin population". Condor 91:562-570.
- Schneider, D.C., y B.A. Harrington. 1981. "Timing of shorebird migration in relation to prey depletion". Auk 98:801-811.

- Senner, S.E. 1979. "An evaluation of the Copper River Delta as a critical habitat for migrating shorebirds". En: F.A. Pitelka (ed.). "Shorebirds in marine environments". Studies in Avian Biol. 2:131-146.
- Senner, S.E., G.C. West y D.W. Norton. 1981. "The spring migration of Western sandpipers and Dunlins in South-central Alaska: number, timing and sex ratios". J. Field Ornithol. 52:271-389.
- Senner, S.E. y E.F. Martínez. 1982. "A review of Western sandpiper migration in interior North America". Southwest Nat. 27:149-159.
- Senner, S.E. y M.A. Howe. 1984. "Conservation of Nearctic shorebirds". En: J. Burger y B.L. Olla (eds.). "Behavior of Marine Animals". Plenum Press, New York, 6:379-422.
- Senner, S.E., D.W. Norton y G.C. West. 1989. "Feeding ecology of Western sandpipers, *Calidris mauri*, and Dunlins, *C. alpina*, during spring migration at Hartney Bay, Alaska". Can. Field-Nat. 103:372-379.
- Spaans, A.L. 1976. "Molt of flight and tail feathers of the Least sandpiper in Surinam, South America". Bird-Banding 47:359-364.
- Tiner, R.W. 1984. "Wetlands of the United States: Currents Status and Recent Trends". Washington: US Fish and Wildlife Service National Wetlands Inventory.

- Warnock, N. 1990. "Apparent age-segregations of Dunlin within Bolinas Lagoon, preliminary study". Wader Study Group Bull. 60:27-30.
- Warnock, N., G.W. Page y L.E. Stenzel. 1995. "Non-migratory movements on Dunlin on their California wintering grounds". Wilson Bull. 107:131-139.
- Warnock, S. 1994. "Wintering ecology of Western sandpiper in San Francisco Bay, California". Unpublished Msc. Thesis, California State University. Hayward. CA.
- Warnock, S. y J.Y. Takekawa. En prensa. "Wintering site fidelity and movement patterns of Western Sandpipers *Calidris mauri* in the San Francisco Bay estuary". Ibis.
- Wilson, E.O. 1975. "Sociobiology". Abridged edition. Harvard University Press, 366 pp.
- Wilson W.H. 1994. "Western sandpiper (*Calidris mauri*)". En: A. Poole y F. Gill, (eds.). "The Birds of North America" Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C: The American Ornithologists' Union, 90:20 pp.
- Wolff, W.J. 1969. "Distribution of non-breeding waders in an Estuarine area in relation to the distribution of their food organisms". Ardea 57:1-28
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis, 3rd edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ. 718 pp.

