

UCH-FC  
MAB-B  
K 64  
I. 1

**COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE Calidris alba EN LA  
PLAYA "ISLA ROCUANT" (BAHIA DE CONCEPCION)**

**Tesis**  
**Entregada a la**  
**Universidad de Chile**  
**en cumplimiento parcial de los requisitos**  
**para optar al grado de**  
**Magister en Ciencias con mencion en biologia**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**POR**

**MARIA CRISTINA KLESSE MUÑOZ**

**JUNIO, 1995**

**DIRECTORES DE TESIS: DR. JOSE VALENCIA D.**

**DR. MICHEL SALLABERRY A.**



ACTA DE EXAMEN DE GRADO

Hemos tomado el Examen de Grado que prescribe el Decreto N° 007140 del 25 de septiembre de 1978 y sobre la base de una evaluación global del trabajo de tesis, del plan de estudios y el Examen mencionado, estimamos que la señora:

**MARIA CRISTINA KLESSE MUÑOZ**

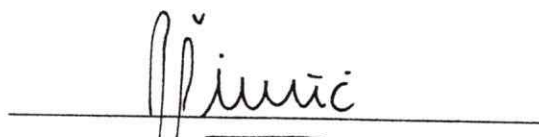
posee los requerimientos necesarios para que se le otorgue el Grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Zoología, con la Calificación:

Aprobado

LA COMISION

**PRESIDE**

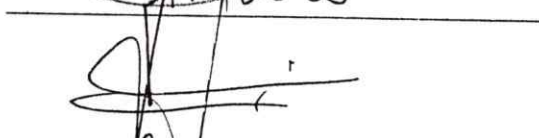
Señor Profesor  
Dr. Francisco Bozinovic  
Presidente Subcomité de Zoología  
Facultad de Ciencias



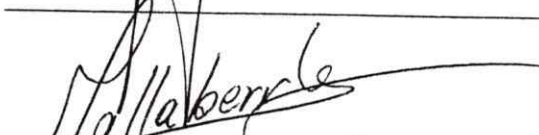
Señor Profesor  
Dr. Francisco Novoa



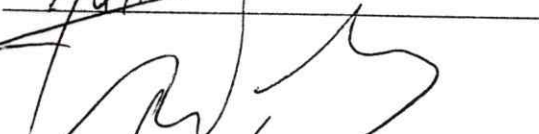
Señor Profesor  
Dr. Patricio Ojeda



Señor Profesor  
Dr. Michel Sallaberry



Señor Profesor  
Dr. Alberto Veloso



Señor Profesor  
Dr. José Valencia



SANTIAGO, 15 de septiembre de 1995

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los profesores Dr. José Valencia y Dr. Michel Sallaberry de la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, quienes me guiaron en la realización de esta tesis.

Además deseo agradecer a las siguientes personas de la Universidad de Concepción: al Dr. Juan Carlos Ortiz del Departamento de Zoología, por su constante apoyo y comentarios al texto; al Dr. Franklin Carrasco del Departamento de Oceanología, por la determinación de las especies de poliquetos y por su ayuda en la aplicación de los índices de selectividad y en el análisis estadístico; a la profesora M Sc Olga Aracena del Departamento de Oceanología, por su asesoría en los muestreos de la macroinfauna; a la profesora M Sc. Viviane Jerez del Departamento de Zoología, por la determinación de los insectos; a mis colegas Laura Weber, Héctor Ibarra y Julia Cáceres por su desinteresada ayuda en terreno; a Ernesto Toledo por su ayuda en la captura de las aves.

## INDICE DE MATERIAS

INDICE DE FIGURAS.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	iv
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	10
1) AREA DE ESTUDIO.....	10
2) DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE <u>C. alba</u> .....	12
3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA.....	14
4) DIETA DE <u>C. alba</u> .....	15
RESULTADOS.....	18
1) CICLO ANUAL DE DISTRIBUCION DE <u>C. alba</u> .....	18
2) ACTIVIDAD DE ALIMENTACION Y DESCANSO DE <u>C. alba</u> Y SU DISTRIBUCION ESPACIAL EN LA PLAYA.....	20
3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA.....	25
4) DIETA DE <u>C. alba</u> .....	30
DISCUSION.....	40
1) CICLO ANUAL DE DISTRIBUCION DE <u>C. alba</u> .....	40
2) ACTIVIDAD DE ALIMENTACION Y DESCANSO DE <u>C. alba</u> Y SU DISTRIBUCION ESPACIAL EN LA PLAYA.....	43

3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA.....	47
4) DIETA DE <u>C. alba</u> .....	49
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	56

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Ubicación geográfica de la playa "Isla Rocuant" en la bahía de Concepción, Octava Región, Chile.....	11
Fig. 2.	Esquema de la playa "Isla Rocuant". A, B y C: zonas de muestreo de la macroinfauna; (x): estacas cada 1 km.....	13
Fig. 3.	Distribución temporal de <u>C. alba</u> . Censos realizados entre enero de 1987 y noviembre de 1988 en la playa "Isla Rocuant".....	19
Fig. 4.	Relación entre la actividad de <u>C. alba</u> y el estado de la marea.....	22
Fig. 5.	Distribución espacial de <u>C. alba</u> en la playa "Isla Rocuant". El eje "y" corresponde al número de individuos de <u>C. alba</u> ; en el eje "x" están los 7 sectores en que se dividió la playa y en el eje "z" la fecha de los censos.....	23
Fig. 6.	Representación gráfica de la distribución horizontal y de la abundancia de la macroinfauna encontrada en el estrato superior (0-30 mm), a lo largo del año, en la playa "Isla Rocuant".....	28
Fig. 7.	Representación gráfica de la dieta de <u>C. alba</u> (n = 72). Eje "y": composición porcentual numérica; eje "x": frecuencia de ocurrencia.....	32

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estado de la marea y porcentaje de individuos de <u>C. alba</u> alimentándose en cada zona de la playa.....	24
Tabla 2.	Especie, número y porcentaje de individuos de la macroinfauna en el estrato superior (0-30 mm).....	27
Tabla 3.	Abundancia expresada como número y porcentaje de los componentes de la macroinfauna en los sectores A, B y C de la playa "Isla Rocuant" .....	29
Tabla 4.	Análisis del contenido gástrico de 72 ejemplares de <u>C. alba</u> .....	31
Tabla 5.	Diámetro y peso seco promedios de las presas consumidas por <u>C. alba</u> . Se presenta la magnitud, la desviación estandar y entre paréntesis el rango.....	33
Tabla 6.	Composición porcentual en peso del contenido gástrico de 72 ejemplares de <u>C. alba</u> .....	34
Tabla 7.	Morfometría de <u>C. alba</u> . Se presenta la media, la desviación estandar y entre paréntesis el rango.....	35
Tabla 8.	Contenido gástrico de machos y hembras de <u>C. alba</u> , considerando el número de presas.....	36
Tabla 9.	Contenido gástrico de machos y hembras de <u>C. alba</u> , considerando el peso de las presas.....	36
Tabla 10.	Valores de la razón estandarizada de Chesson (1978).....	37
Tabla 11.	Índice de selectividad (t) de Johnson (1980).....	37
Tabla 12.	Valores del índice de Chesson (1978) para el contenido gástrico de machos de <u>C. alba</u> .....	39
Tabla 13.	Valores del índice de Chesson (1978) para el contenido gástrico de hembras de <u>C. alba</u> .....	39

## RESUMEN

Calidris alba (Pallas) (Scolopacidae) es un ave costera migratoria de larga distancia. Nidifica en la región holártica y durante el invierno boreal migra al sur hacia regiones con condiciones ambientales más favorables.

Durante el verano C. alba se concentra en grandes bandadas en la playa "Isla Rocuant", bahía de Concepción. Para comprender esta etapa del ciclo vital de la especie se estudió su distribución espacio-temporal y comportamiento alimentario. Se hizo censos mensuales de C. alba, se determinó la abundancia y distribución de sus presas potenciales y se analizó cuali y cuantitativamente su dieta.

En la playa "Isla Rocuant" se registró la presencia de C. alba entre agosto y mayo, y se observó el aumento de su número a fines de primavera y luego en otoño. Los componentes más importantes de la dieta de C. alba son el cangrejo Cancer setosus y los poliquetos Perinereis vallata y Scolecopsis squamata.

La distribución espacial de C. alba está relacionada con la distribución de sus presas. Esta especie selecciona sus presas de acuerdo con su disponibilidad y a la facilidad con que las puede encontrar y capturar.



## ABSTRACT

Calidris alba (Pallas) (Scolopacidae) is a long distance migratory shorebird. The breeding grounds are the holartic region and during boreal winter migrates to the south seeking for favorable climatic conditions.

The spatial and temporal distribution and foraging behaviour of C. alba was studied at "Isla Rocuant" beach, Concepción bay, where this species is active in large flocks during summer. C. alba was censused during two years, the abundance and distribution of its potential preys of the macroinfauna were estimated. A quali and quantitative characterization of the diet of C. alba is presented.

At "Isla Rocuant" beach C. alba was observed from august untill may. The highest concentrations occur in late spring and autumn. The most important prey species of C. alba are the crustacean decapod Cancer setosus and the polychaete worms Perinereis vallata and Scolecopsis squamata.

The spatial distribution of C. alba is related to the distribution of its preys. C. alba selects its preys according to availability and easiness of detection and manipulation.

## INTRODUCCION

La aplicación de los principios de optimización de la teoría económica a la ecología del comportamiento, comenzó a desarrollarse en la década de los sesenta con los trabajos de Emlen (1966) y Mac Arthur y Pianka (1966). Todos los modelos de optimización consideran la mejor forma de tomar una decisión en particular y se basan en que todo comportamiento tiene un costo y un beneficio. La teoría de optimización ha sido utilizada para desarrollar predicciones a priori sobre el comportamiento de los organismos y se ha aplicado principalmente al comportamiento de alimentación (Pyke, 1984)).

Según la teoría de forrajeo óptimo, como resultado de las presiones de selección, los depredadores se van a alimentar en forma eficiente. Si al ser eficiente un depredador mejora su sobrevivencia o éxito reproductivo, la selección natural lo va a favorecer (Krebs et al., 1983). Los modelos de forrajeo convencionales se basan en que los depredadores eficientes toman decisiones que maximizan la tasa neta de incorporación de alimento (energía) mientras se alimentan. Se supone que más energía es mejor, porque un forrajeador con más energía va a tener más probabilidad de cubrir sus necesidades metabólicas y va a poder realizar otras actividades como pelear, huir y reproducirse (Stephens y Krebs, 1986).

La teoría de forrajeo óptimo convencional está constituida por el modelo de presa y el de parche. En el modelo de presa la pregunta fundamental es si un depredador debe

atacar el ítem que ha encontrado o seguir buscando. Los supuestos de este modelo son los siguientes: cada tipo de presa tiene una cantidad promedio fija de energía y se requiere una cantidad de tiempo fija para perseguirla, capturarla y consumirla (todos juntos constituyen el tiempo de manipulación) y ambas características son conocidas por el depredador; la búsqueda y manipulación de las presas son mutuamente excluyentes; los tipos de presa son encontrados en forma sucesiva, uno a la vez y las tasas de encuentro son constantes; si el ítem es comido es consumido totalmente (Pyke 1984; Stephens y Krebs, 1986). Las predicciones más importantes y que pueden ser evaluadas son: a) un tipo de presa es siempre incluida en la dieta óptima o es completamente excluida; b) los tipos de presa son clasificados de acuerdo a su beneficio, que es la energía neta de la presa dividida por el tiempo de manipulación. El depredador va a preferir la presa más beneficiosa; c) la incorporación de un tipo de presa a la dieta es independiente de su abundancia y sólo depende de la abundancia absoluta del tipo de presa más beneficiosa (Pyke, 1984; Stephens y Krebs, 1986).

En el ambiente las presas a menudo se encuentran en parches. Un depredador al encontrar un parche debe decidir si acepta o rechaza la posibilidad de explotar el parche y también cuánto tiempo va a permanecer explotando el parche. Los supuestos de este modelo son similares a los del modelo de presa (Pyke, 1984; Stephens y Krebs, 1986). En relación a la elección del parche, las predicciones son las siguientes: a) el depredador siempre va a explotar el tipo de parche más rico cuando lo encuentra; b) a medida que disminuye la tasa de encuentro con el parche rico, el depredador se vuelve menos selectivo y acepta parches pobres; c) la aceptación de un parche pobre es independiente de su propia tasa de encuentro; d) la aceptación de un tipo de parche sigue la regla del todo o

nada, es decir, va a ser siempre aceptado o rechazado (Pyke, 1984; Stephens y Krebs, 1986).

Los modelos de la teoría de forrajeo óptimo se basan en que lo más importante para el depredador es la maximización de la tasa neta de incorporación de energía. Sin embargo, también es importante la calidad nutritiva del alimento, especialmente en los herbívoros. Los animales no sólo necesitan cierta cantidad de energía por día, sino también algunos nutrientes (Stephens y Krebs, 1986; Krebs y Davies, 1993). Otros factores importantes que determinan el comportamiento alimentario son el riesgo de inanición, especialmente cuando el animal vive en un ambiente impredecible; el efecto de la depredación, sugiriéndose que los animales presentan un balance entre las demandas de la alimentación y el estar a salvo de los depredadores; por último el efecto del estado interno del animal, es decir, si el animal está satisfecho o tiene hambre (Krebs y Davies, 1993).

Las aves costeras de las familias Scolopacidae y Charadriidae son abundantes en playas y estuarios, donde se alimentan de invertebrados que viven en la arena (Recher 1966). En varias especies de aves costeras se ha estudiado el comportamiento de alimentación y las relaciones existentes entre la distribución espacial de las aves y la abundancia de sus presas. Así, Tringa totanus, Haematopus ostralegus y Charadrius hiaticola tienden a alimentarse en las zonas con mayor abundancia de presas (Goss-Custard, 1970; Goss-Custard, 1977b; Pienkowski, 1982). Goss-Custard (1970) sugiere que en las áreas con más presas, Tringa totanus obtiene más masa de alimento por unidad de tiempo. Las aves que seleccionan las presas consumen preferentemente las presas o tamaños de presa que les proporcionan más energía por unidad de tiempo de

manipulación (Goss-Custard 1977a; Puttick 1984; Zwarts y Esselink 1989). Todos estos estudios han sido realizados en especies residentes o migratorias de corta distancia del hemisferio norte.

El "playero blanco" Calidris alba (Pallas) (Scolopacidae) es un ave costera migratoria de larga distancia. Nidifica en la tundra ártica más allá de los 72° latitud norte. Durante el invierno boreal migra hacia playas y estuarios con condiciones ambientales más favorables y amplía su rango de distribución en 110° de latitud, es decir, alrededor de 12000 km (Myers et al. 1990). Así, C. alba se observa en las costas de Washington y California (Myers et al., 1984a), Carolina del Norte (Walters, 1984), Brasil (Myers et al., 1984b) y Perú y Chile (Myers et al., 1985). En Chile se distribuye desde Arica hasta Magallanes (Araya, 1986). En la playa "Isla Rocuant", bahía de Concepción, forma grandes bandadas y es una de las especies más abundantes durante los meses del verano austral. En esta tesis se utilizan los planteamientos de la teoría de forrajeo óptimo para analizar el comportamiento de Calidris alba.

Calidris alba fue elegido para este estudio porque:

a) no existen estudios sobre su comportamiento de alimentación durante la época no reproductiva en zonas templadas de Sudamérica. Su comportamiento sólo ha sido estudiado en playas del hemisferio norte; b) es importante estudiar el comportamiento alimentario de Calidris alba en Sudamérica, porque, a pesar que en esta región no se reproduce, sí transcurre la mayor parte de su ciclo anual y su principal actividad es obtener alimento; c) es necesaria más información básica sobre el comportamiento de Calidris alba en zonas extremas de su distribución para poder comprender los procesos de migración. Dentro de esta especie existen individuos que migran hasta California y otros

que viajan 7500 km más lejos y llegan a Chile. Myers et al. (1985) sugieren que C. alba migra hacia el hemisferio sur, debido a que las condiciones ambientales serían mejores y la disponibilidad o calidad de alimento mayor.

...

## OBJETIVO GENERAL

Estudiar el comportamiento alimentario de C. alba y su distribución espacial en la playa "Isla Rocuant".

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Conocer el patrón de distribución espacial y temporal de C. alba en la playa "Isla Rocuant".
- b) Caracterizar cuali y cuantitativamente la dieta de C. alba en la playa "Isla Rocuant".
- c) Conocer la diversidad y la abundancia de las presas potenciales de C. alba en la playa "Isla Rocuant".
- d) Determinar la distribución de la macroinfauna de arena en diferentes sectores de la playa "Isla Rocuant".
- e) Establecer si la abundancia y distribución de C. alba está relacionada con la distribución y abundancia de la macroinfauna en la playa "Isla Rocuant".

## HIPOTESIS

1.- Para la distribución espacial de C. alba

H<sub>01</sub> : La distribución de C. alba en la playa "Isla Rocuant" no se relaciona con la distribución de sus presas, distribuyéndose al azar a lo largo de la playa.

H<sub>11</sub> : La distribución de C. alba en la playa "Isla Rocuant" se relaciona positivamente con la distribución de sus presas.

2.- Para la dieta de C. alba.

H<sub>02</sub> : C. alba no selecciona sus presas y las consume en la misma proporción en que se encuentran en el ambiente.

H<sub>12</sub> : C. alba selecciona sus presas y las consume en proporciones diferentes a la que se encuentran en el ambiente.



## MATERIALES Y METODOS

### 1) AREA DE ESTUDIO

La playa "Isla Rocuant" está ubicada en el extremo sur de la bahía de Concepción ( $36^{\circ} 40' S$ ;  $7^{\circ} 02' W$ ). Es un área de acceso restringido, debido a que pertenece a la Armada de Chile. Esta zona tiene una avifauna diversa, alrededor de 70 especies (Quezada et al. 1986). La playa es de arena fina, tiene pendiente suave y abundante macroinfauna (Palma et al., 1982). Su longitud aproximada es de 7400 m (Orellana, 1980) y en la parte superior está bordeada de pastizales bajos. Limita al extremo oriente con la desembocadura del río Andalién y al occidente con el canal "El Morro" (figura 1).

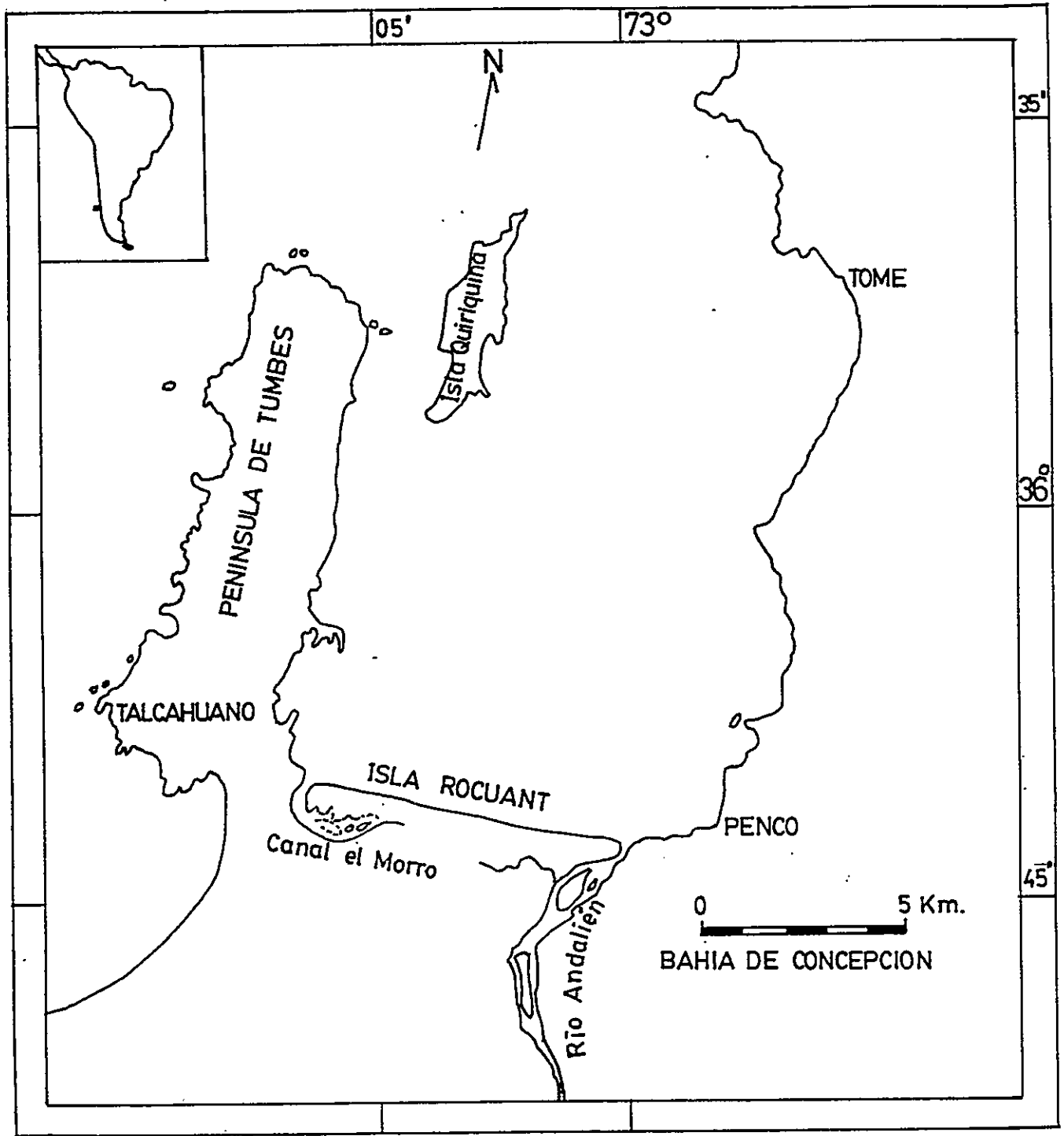


Figura 1. Ubicación geográfica de la playa "Isla Rocuant" en la bahía de Concepción, Octava Región, Chile.

## 2) DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE C. alba

Para estimar la distribución espacial y temporal de C. alba se marcó la playa con estacas cada 1 Km de distancia (Chapman, 1984). La primera estación limitó con la desembocadura del río Andalién y la última con el canal "El Morro" (figura 2). Además, horizontalmente se distinguieron dos zonas en la playa:

- a) zona intermareal: área comprendida entre el nivel de baja y alta marea.
- b) Zona supralitoral: área comprendida entre el nivel de marea alta y el borde superior de la playa.

Para medir la abundancia de C. alba se efectuó censos mensuales a pie, contabilizando las aves observadas con binoculares (8x30) en cada kilómetro y en ambas zonas. Además, se registró el estado de la marea (bajando, baja, subiendo y alta) y la actividad de las aves (alimentándose o descansando). De esta manera se determinó el número de C. alba en la playa, el sector de la playa que estaban ocupando y por último la actividad de las aves en cada zona.

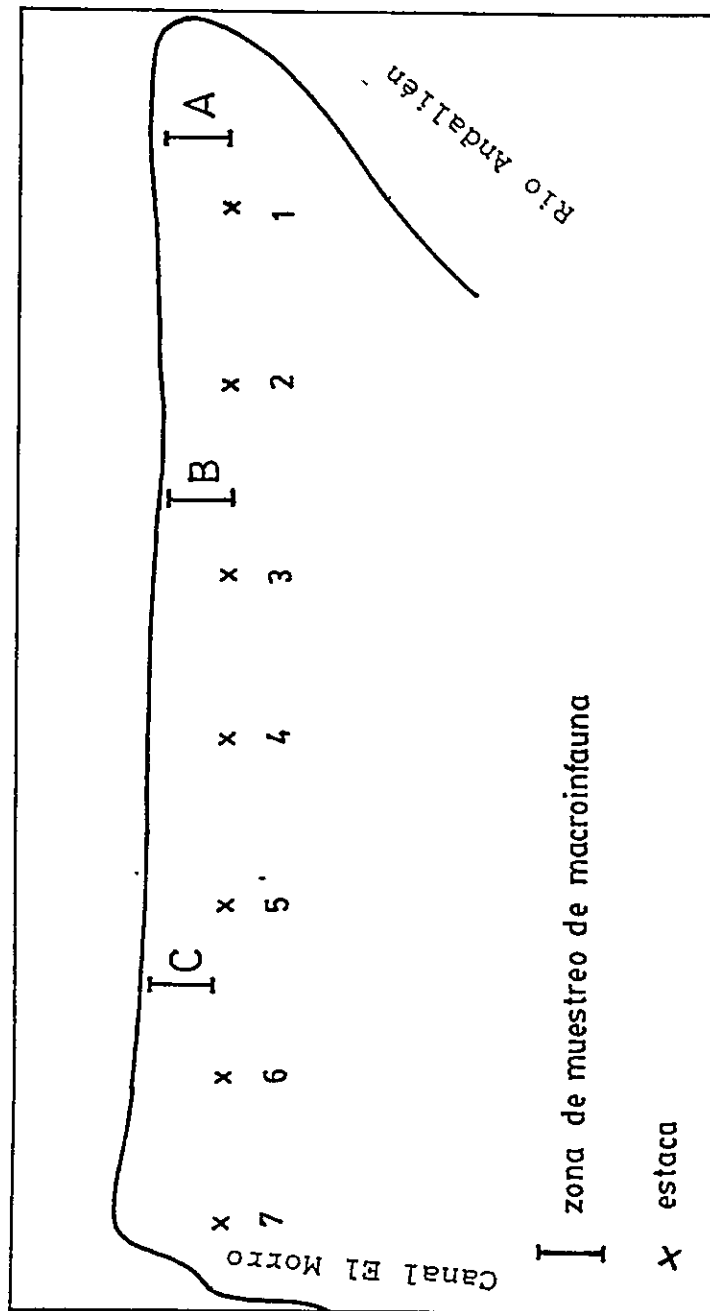


Figura 2. Esquema de la playa "Isla Rocuant". A, B y C: zonas de muestreo de la macrofauna; (x) : estacas cada 1 km.

### 3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA

Para conocer la abundancia de las presas potenciales de C. alba, se extrajeron muestras de arena desde enero a noviembre de 1988 en la playa "Isla Rocuant". En la zona B de la playa, donde C. alba era más abundante (Figura 2), se establecieron cuatro transectas perpendiculares a la costa. Se tomaron muestras de arena desde la zona supralitoral hasta el nivel de marea baja, con un cilindro de 90 mm de diámetro por 30 mm de alto, que es la profundidad máxima que C. alba puede alcanzar con el pico (Myers et al. 1980). La abundancia de las especies corresponde a la sumatoria de las cuatro réplicas. Con los datos del número de individuos de cada especie en las distintas muestras, desde la primera en el supralitoral a la última en el intermareal, se elaboró un esquema de zonación horizontal de la abundancia de las especies.

La distribución de la macroinfauna (organismos mayores de 1.0-1.5 mm) a lo largo de la playa fue estudiada simultáneamente en tres sectores diferentes: sector A (cercano a la desembocadura del río Andalién), sector B (sector central) y sector C (cercano al canal el Morro) (figura 2). En cada sector se hizo una transecta con su réplica, siguiendo la misma metodología antes descrita, determinándose la abundancia de la macroinfauna en cada sector.

Para comparar las abundancias de las especies en los tres sectores de la playa se utilizó el coeficiente de correlación de Kendall ( $\tau$ ) versión modificada para observaciones ligadas (Siegel 1970).

#### 4) DIETA DE C.alba

Desde enero a noviembre de 1988 se capturaron 72 ejemplares de C. alba mientras se alimentaban en la playa. Las aves fueron sexadas, pesadas con dinamómetro de 0.1 gr de precisión y medidas con regla y vernier de 0.001 mm de precisión. El tracto digestivo de cada individuo fue preservado en formalina al 10% . El contenido gástrico fue analizado bajo lupa estereoscópica Zeiss. La identidad específica de las presas fue establecida, salvo en los insectos, en los que se determinó la familia. Los poliquetos Malacoceros glutaeus y Scoelepis squamata fueron determinados por la morfología de sus setas usando un microscopio fotónico, debido a que el resto del cuerpo se encontraba parcialmente digerido. Por esta misma razón el poliqueto Perinereis vallata fue determinado por la presencia de sus mandíbulas.

Las presas encontradas en los estómagos fueron medidas en una lupa estereoscópica con ocular graduado. Aquellos individuos que no estaban completos fueron reconstruidos a partir de ejemplares encontrados en las muestras de la macroinfauna y luego medidos. Para determinar el tamaño y el peso de los individuos de los poliquetos Scoelepis squamata y Perinereis vallata se hizo una curva de regresión entre el tamaño y el peso de los organismos encontrados en la arena y la longitud de las setas para el primero y la de las mandíbulas para el segundo. Para S. squamata se encontró una correlación positiva entre la longitud de sus setas y la longitud total del individuo:  $Ls_i = 0.310 + 0.007 Lt_i$  ( $n = 11$ ;  $r^2 = 0.78$ ,  $P < 0.05$ ) y también con el peso del individuo:  $Ls_i = 0.205 + 8.128 W + 0.005 Lt_i$  ( $n = 11$ ;  $r^2 = 0.90$ ,  $P < 0.05$ ), donde  $Ls_i$  = longitud de la seta;  $Lt_i$  = longitud total del individuo;  $W$  = peso del individuo. En el caso del poliqueto P. vallata la longitud de la mandíbula está significativamente correlacionada

con la longitud total del individuo:  $Lm_i = 0.194 + 0.020 L_{t_i}$  ( $n = 20$ ;  $r^2 = 0.89$ ;  $P < 0.05$ ) y con el peso del individuo:  $Lm_i = 1.165 + 0.011 L_{t_i} + 0.145 \ln W$  ( $n = 20$ ;  $r^2 = 0.91$ ;  $P < 0.05$ ), donde  $Lm_i$  = longitud de la mandíbula;  $L_{t_i}$  = longitud total del individuo;  $W$  = peso del individuo.

El peso seco de las presas fue registrado después que éstas permanecieron durante dos horas en estufa a 60°C. También se determinó la composición en número y peso de los tipos de presa consumidas y la frecuencia de ocurrencia en los estómagos.

Para estimar si C. alba selecciona a sus presas, se utilizó las presas encontradas en los estómagos y en los muestreos de la macroinfauna de arena y se calcularon los siguientes índices:

a) el índice ( $\alpha$ ) o la razón estandarizada de forrajeo de Chesson (1978), también conocido como el coeficiente de selectividad de Vanderploeg y Scavia (Lechowics, 1982):

$$\alpha = \omega = (r_i/p_i) / \sum (r_i/p_i)$$

donde,  $r_i$  es la proporción de la presa  $i$  en la dieta y  $p_i$  es la proporción de la presa  $i$  en el ambiente. El índice varía entre 0 y 1, y entrega una evaluación conveniente de la preferencia bajo diferentes regímenes de disponibilidad de presas (Murtaugh, 1981). El valor esperado para la alimentación al azar, es función del número de presas:  $1/n$ , donde  $n$  es el número total de presas en cada muestra. Valores superiores a  $1/n$  indican preferencia y aquellos menores a  $1/n$  indican rechazo (Lechowics, op cit.).

b) Como en el índice de Chesson no existe una derivación analítica de sus intervalos de confianza, los valores del índice no pueden ser docimados estadísticamente y como tampoco es posible el acuchillamiento de los datos, se utilizó el método de ranqueo del índice de preferencia descrito por Johnson (1980) con su test de significancia  $t_{ij} = r_{ij} - s_{ij}$  donde,  $t_{ij}$  es la diferencia entre el ranqueo de uso y el ranqueo de disponibilidad de la presa en el ambiente;  $i$  representa la presa y  $j$  representa el individuo. La diferencia de estos ranqueos, es decir,  $t_{ij}$ , es una medida de la preferencia por una presa  $i$  por el individuo  $j$ . La diferencia puede ser promediada a través de los especímenes, para obtener una media del  $i$ -ésimo componente, mediante:

$$t_i = J^{-1} \sum t_{ij}$$

donde,  $J$  es el número de individuos. Un ranqueo de los valores de  $t_{ij}$  desde el más negativo al menos negativo, va a indicar la preferencia relativa de toda la muestra de individuos por las presas. La hipótesis nula, en este caso, que todas las presas son igualmente preferidas, se evalúa mediante el estadístico  $F$ , usando el procedimiento desarrollado por Waller y Duncan (Johnson, 1980; citado en Carrasco y Oyarzún, 1988).



## RESULTADOS

### 1) CICLO ANUAL DE DISTRIBUCION DE C. alba

En la playa "Isla Rocuant" se observó a C. alba desde la primera semana de agosto hasta la última semana de abril o primera semana de mayo, época en que migra hacia el norte. En la figura 3 se muestra la distribución bimodal del número de individuos, con aumentos a fines de primavera (diciembre) y en otoño (abril). Durante el verano (enero y febrero) el número de aves permanece en nivel intermedio, entre 300 y 680 individuos.

El número de individuos varía de un año a otro. En abril de 1987 se observaron 2000 individuos y el mismo mes en 1988, 800 individuos; en diciembre se observaron 1600 individuos en 1987 y 1000 en 1988 (figura 3). En 1987 se registraron 5 individuos en junio y 20 en julio, lo que no se observó en 1988.

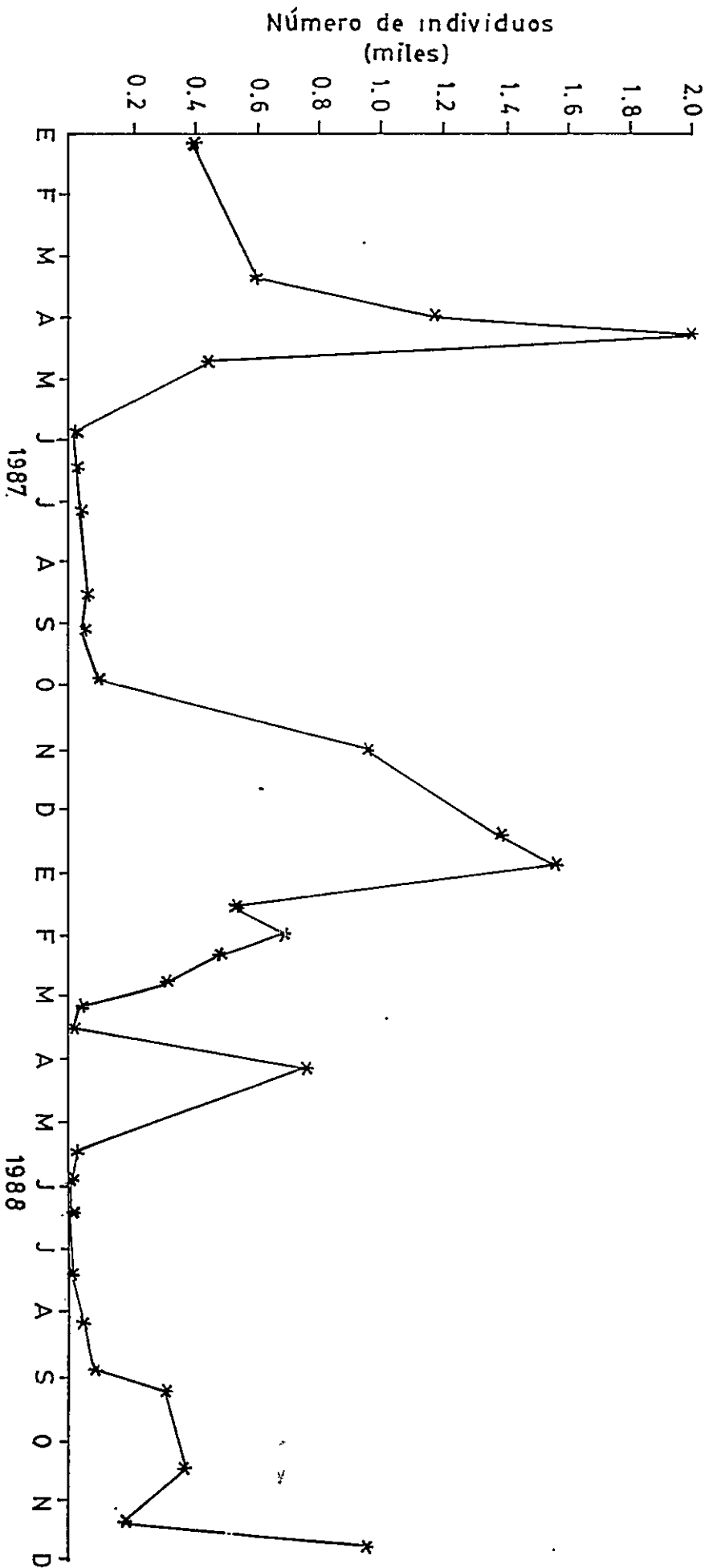


Figura 3. Distribución temporal de C. alba, censos realizados entre enero de 1987 y noviembre de 1988 en la playa "Isla Rocuant".

## 2) ACTIVIDAD DE ALIMENTACION Y DESCANSO DE C. alba Y SU DISTRIBUCION ESPACIAL EN LA PLAYA

C. alba es una especie gregaria, que en la playa "Isla Rocuant" formaba agrupaciones que podían tener de 4 a 600 individuos. Las agrupaciones se comportaron como una unidad, volando todos los individuos sincrónicamente para luego descender en una zona de la playa y alimentarse. La distancia entre un individuo y otro mientras se alimentaban varió de 1 metro a 10 cm, dependiendo del número de individuos que formaban cada agrupación. Cuanto más grande era ésta, menor era la distancia que separaba un ejemplar del otro. Las agrupaciones muy grandes no permanecieron como unidad por mucho tiempo, dividiéndose en varias más pequeñas ante cualquier perturbación, tales como ruidos fuertes o el acercamiento de una persona.

En la playa "Isla Rocuant", C. alba se alimentó prácticamente durante todas las horas de luz. Al comparar su actividad alimentaria en relación a los estados de la marea, no se encontró diferencia estadística significativa entre el porcentaje de individuos de C. alba alimentándose en marea baja y alta (test  $t = 2.16$ ,  $p > 0.05$ ), marea alta y bajando (test  $t = 2.26$ ,  $p > 0.05$ ) y marea alta y subiendo (test  $t = 2.77$ ,  $p > 0.05$ ). Sin embargo, durante marea baja, subiendo o bajando, el porcentaje de individuos alimentándose fue mayor que durante marea alta. Lo que sugiere la tendencia de C. alba a alimentarse durante mareas baja, subiendo o bajando y a descansar durante marea alta (figura 4).

C. alba recorrió toda la playa "Isla Rocuant" en busca de presas. Sin embargo, durante el período de estudio se concentró para alimentarse entre las estaciones 1-2 y 2-3 de la playa (figura 5). Entre las estaciones 3-4 y 4-5 C. alba se observó en pocas ocasiones y entre las estaciones 5-6 y 6-7 no se observó. Esta distribución espacial

persistió tanto al comparar las distintas estaciones a lo largo de la playa en un día, como al compararlas entre verano, otoño, invierno y primavera.

Las mayores concentraciones de C. alba alimentándose se observaron en el intermareal, en la zona de rompiente la ola (tabla 1). Para alimentarse las aves seguían el movimiento del oleaje. Cuando las olas se recogían las aves avanzaban hacia el mar y comenzaban a picotear rápidamente la arena en busca de presas. Al reventar la ola y subir el agua, las aves se retiraban inmediatamente sobre la línea del agua y esperaban a que el agua bajara nuevamente, repitiéndose este comportamiento una y otra vez. La zona húmeda del intermareal es la que se ubica sobre la línea del agua y no es bañada por ésta. En este sector el ave caminaba y enterraba el pico continuamente dejando generalmente huellas de sus picoteos en la arena. Sólo en un muestreo se observaron individuos de C. alba alimentándose en la zona supralitoral.

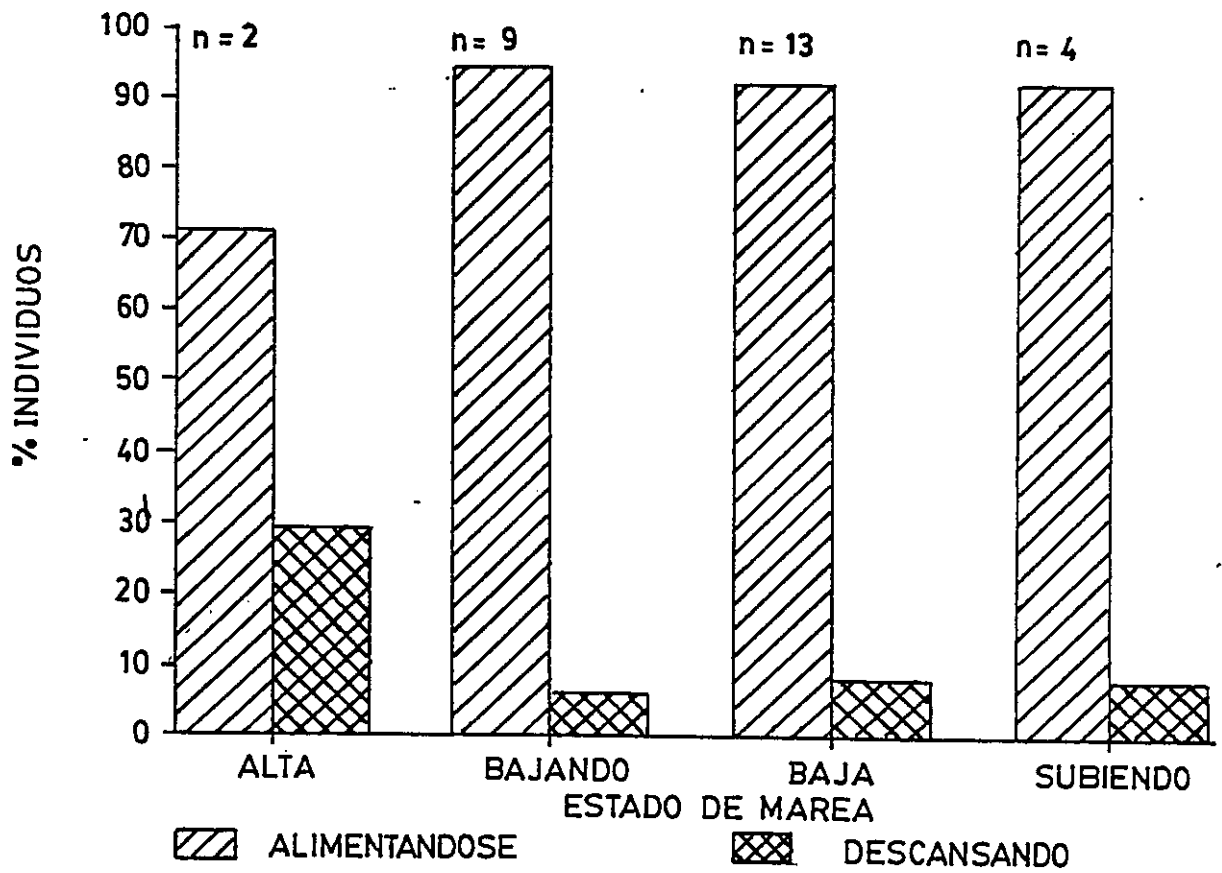


Figura 4. Relación entre la actividad de *C. alba* y el estado de la marea. n= número de censos.

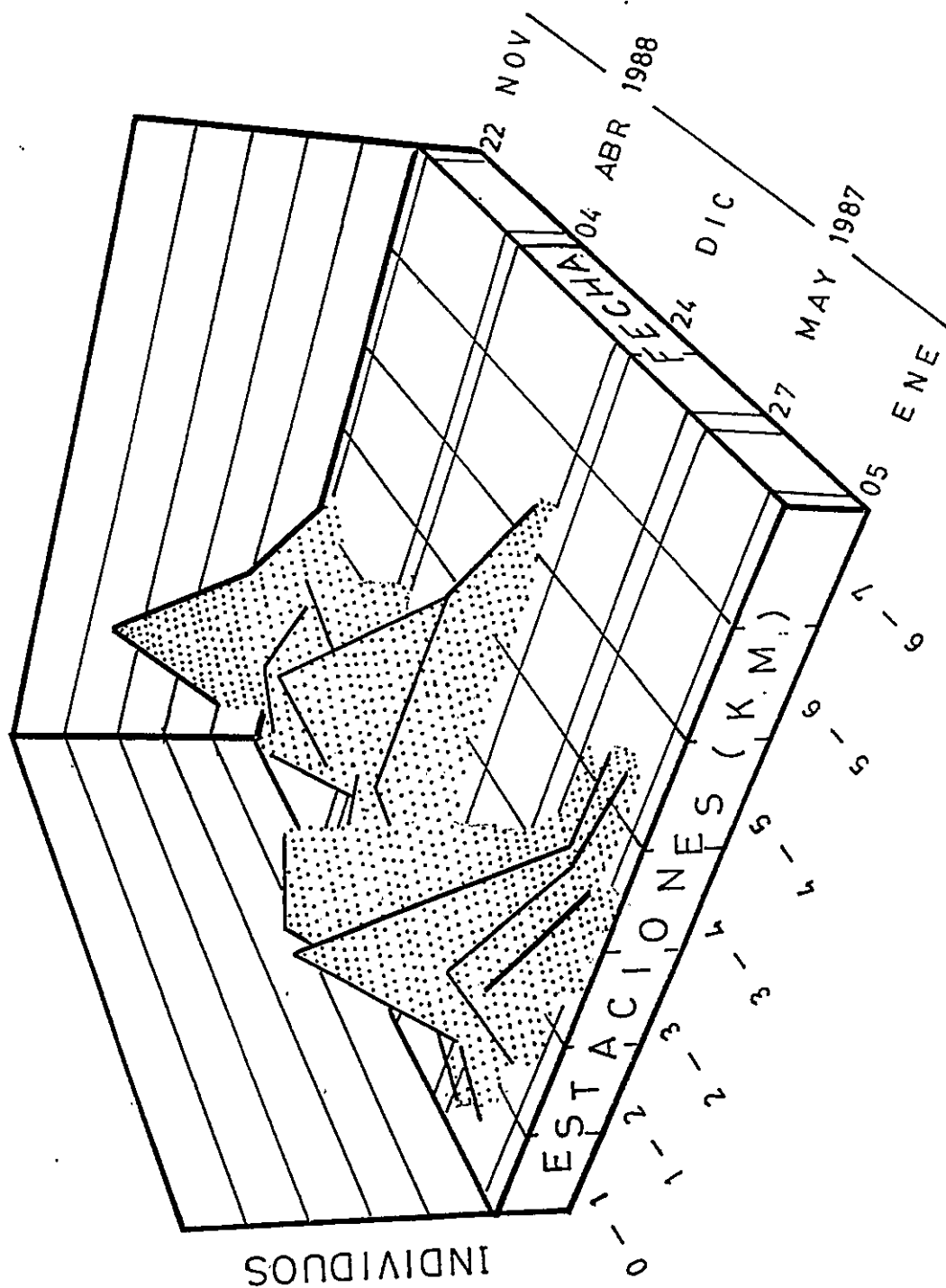


Figura 5. Distribución espacial de *C. alba* en la playa "Isla Rocuant". El eje "y" corresponde al número de individuos de *C. alba*; en el eje "x" están los siete sectores en que se dividió la playa y en el eje "z" la fecha de los censos.

Tabla 1. Porcentaje de individuos de C. alba alimentándose en cada zona de la playa en relación al estado de la marea.

ESTADO DE LA MAREA	ZONA INTERMAREAL		ZONA SUPRALITORAL
	ZONA ROMPIENTE	ZONA HUMEDA INTERMAREAL	
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
SUBIENDO	30.0	0.0	70.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
SUBIENDO	81.0	19.0	0.0
BAJA	87.2	12.8	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJA	95.8	4.2	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJA	96.2	3.8	0.0
SUBIENDO	100.0	0.0	0.0
SUBIENDO	100.0	0.0	0.0
BAJA	0.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	0.0	0.0	0.0
BAJANDO	0.0	0.0	0.0
BAJA	16.6	83.4	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJA	97.3	2.7	0.0
BAJA	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0
BAJANDO	100.0	0.0	0.0

### 3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA

En los 30 mm superiores muestreados con el cilindro de 90 mm de diámetro se encontró un total de 24 taxa (tabla 2). Las especies más abundantes fueron: los poliquetos Malacoceros glutaeus y Scolelepis squamata, el molusco bivalvo Mulinia edulis, el anfípodo Orchestoidea tuberculata, el isópodo Exirolana hirsuticauda, el decápodo Cancer setosus y nemertinos. Estas especies conformaron entre el 77.53% y el 99.75% del total de la macroinfauna.

La distribución horizontal de la macroinfauna en la playa se muestra en la figura 6. Las estaciones 1 a 3 corresponden a la zona supralitoral, descrita en los métodos, y las estaciones 4 a 13 a la zona intermareal. El número de estaciones de muestreo en cada transecta varió de acuerdo al estado de la marea. La zona intermareal presentó mayor diversidad de especies y mayor número de individuos que la zona supralitoral, especialmente desde la estación 7 a la 13. En todas las épocas del año la especie más abundante de la zona supralitoral fue O. tuberculata; también se encontró en esta zona E. hirsuticauda a fines de invierno e insectos en diferentes estados de desarrollo. Los organismos más abundantes de la zona intermareal en verano fueron M. glutaeus, S. squamata, C. setosus y M. edulis y en otoño M. glutaeus y los nemertinos. En invierno fue E. hirsuticauda y en primavera predominaron M. glutaeus, C. setosus y los nemertinos.

En la tabla 3 se presenta la abundancia de la macroinfauna en los tres sectores estudiados a lo largo de la playa (A, B y C). Al comparar los sectores entre sí, se obtuvo que las abundancias de la macroinfauna del sector "A" y el sector "B" se encontraban relacionadas (Kendall tau=  $t = 0.5$ ,  $p < 0.01$ ), y las abundancia de la macroinfauna entre



los sectores A-C y B-C no se encontraban relacionadas (Kendall tau=  $t = 0.13$ ,  $p > 0.05$ ;  
Kendall tau=  $t = 0.12$ ,  $p > 0.05$  respectivamente).

Tabla 2. Lista de las especies y abundancias numérica y porcentual de la macroinfauna en el estrato superior (0-30 mm) colectados en el sector B en la playa "Isla Rocuant" durante 1988

ESPECIE	ENERO		FEBRERO		ABRIL		AGOSTO		NOVIEMBRE	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>ANNELIDA</b>										
A. peruana	0	0.00	0	0.00	2	0.05	0	0.00	0	0.00
E. aestuarina	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15	1.47
Gliceridae	0	0.00	0	0.00	1	0.02	1	5.00	3	0.29
M. glutaeus	3430	95.09	13	13.26	3812	97.54	0	0.00	869	85.03
N. impressa	3	0.08	1	1.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00
S. squamata	130	3.60	28	28.57	23	0.59	1	5.00	2	0.19
<b>CRUSTACEA</b>										
C. setosus	5	0.14	9	9.18	2	0.05	0	0.00	54	5.28
E. analoga	2	0.05	4	4.08	8	0.20	0	0.00	0	0.00
E. hirsuticauda	0	0.00	2	2.04	0	0.00	7	35.00	0	0.00
L. chilensis	0	0.00	5	5.10	2	0.05	0	0.00	0	0.00
O. tuberculata	4	0.11	15	15.31	15	0.38	9	45.00	4	0.39
Pinnixa sp	3	0.08	0	0.00	1	0.02	0	0.00	0	0.00
<b>INSECTA</b>										
E. conexa	0	0.00	1	1.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pupa Coleoptera	0	0.00	0	0.00	1	0.02	0	0.00	0	0.00
Pupa Diptera	1	0.27	8	8.16	1	0.02	0	0.00	0	0.00
Stafilinidae	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	5.00	0	0.00
Tenebrionidae	0	0.00	0	0.00	2	0.05	0	0.00	1	0.10
<b>MOLUSCA</b>										
Ch. chorus	1	0.03	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
M. edulis	16	0.44	5	5.10	8	0.20	1	5.00	25	2.45
N. gayi	0	0.00	3	3.06	3	0.08	0	0.00	5	0.49
<b>NEMERTINA</b>										
	12	0.33	4	4.08	27	0.69	0	0.00	44	4.38

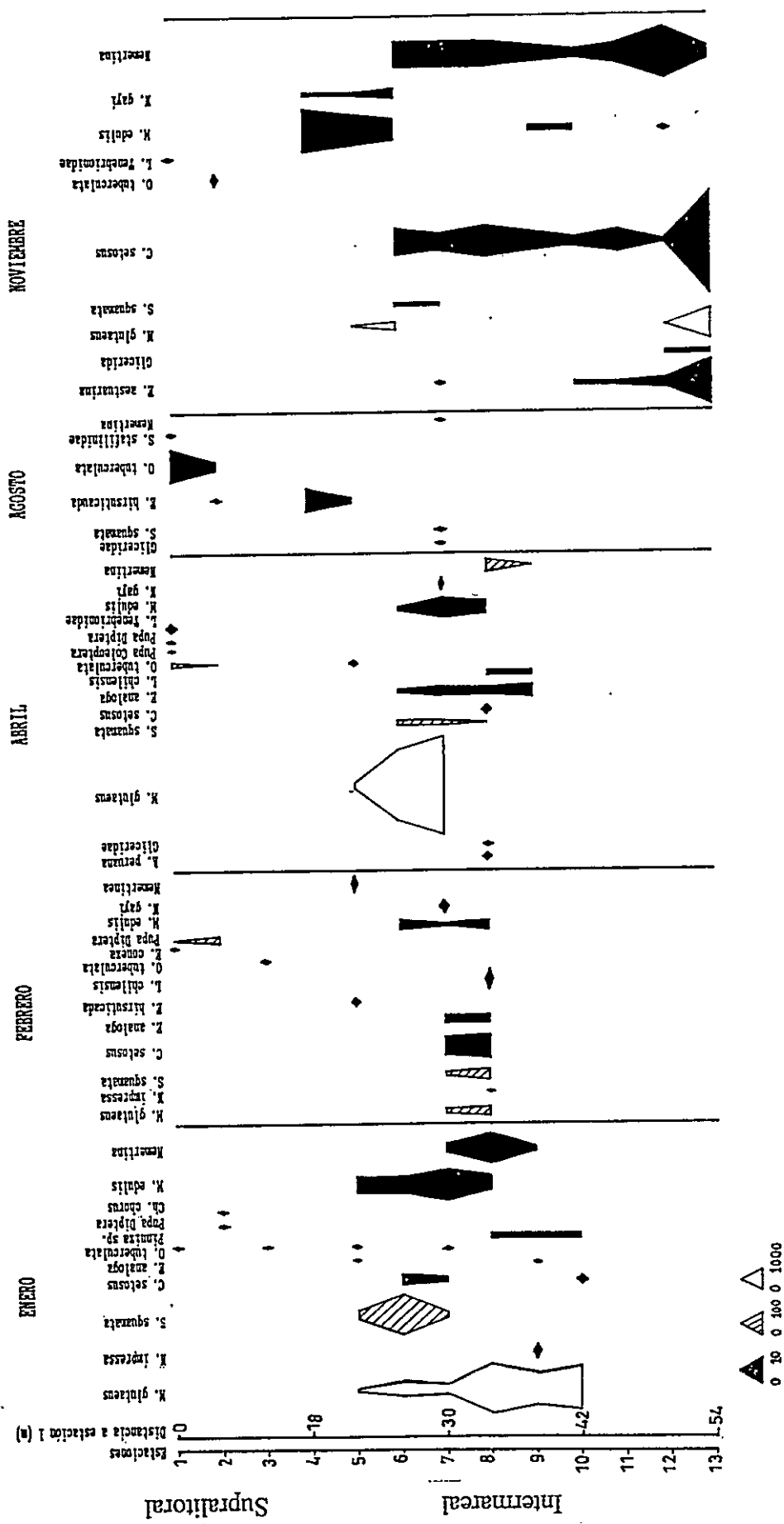


Figura 6. Representación gráfica de la distribución horizontal y del número de individuos de la macroinfauna en el estrato superior (0-30 mm) durante 1988 en la playa 'Isla Rocuant'.

Tabla 3. Abundancia numérica y porcentual de los componentes de la macroinfauna, en los sectores A, B C de la playa "Isla Rocuant.

ESPECIE	SECTOR A		SECTOR B		SECTOR C	
	N	%	N	%	N	%
<b>ANNELIDA</b>						
<i>E. aestuarina</i>	0	0.00	4	0.92	0	0.00
<i>M. glutaesus</i>	0	0.00	372	06.11	16	28.57
<i>N. impressa</i>	0	0.00	2	0.46	0	0.00
<i>S. squamata</i>	0	0.00	1	0.23	0	0.00
<b>CRUSTACEA</b>						
<i>C. setosus</i>	0	0.00	1	0.23	1	1.78
<i>E. analoga</i>	3	10.71	1	0.23	0	0.00
<i>E. hirsuticauda</i>	5	17.86	2	8.46	0	0.00
<i>O. tuberculata</i>	7	25.00	3	0.69	2	3.57
<b>INSECTA</b>						
Nitidulidae	0	0.00	0	0.00	37	66.07
<b>MOLUSCA</b>						
<i>M. edulis</i>	11	39.28	6	1.39	0	0.00
<i>N. gayi</i>	2	7.14	6	1.39	0	0.00
<b>NEMERTINA</b>						
	0	0.00	34	7.07	0	0.00

#### 4) DIETA DE C. alba

Los resultados del análisis de 72 estómagos de C. alba se presentan en la tabla 4. Se identificó un total de 16 items presa. Los componentes más importantes de la dieta de C. alba, de acuerdo a la composición porcentual numérica, fueron : el cangrejo Cancer setosus (68.33%) y los poliquetos Perinereis vallata (16.83%) y Scolelepis squamata (2.24%). Ninguno de los demás crustáceos, moluscos e insectos encontrados sobrepasaron el 2%. Las presas encontradas en mayor número de estómagos (frecuencia de ocurrencia) fueron las mismas (figura 7).

El tamaño y el peso promedio de cada tipo de presa consumido por C. alba se muestran en la tabla 5. Las presas encontradas en los estómagos tienen rango de tamaño entre 0.55 y 77.8 mm. Las presas más grandes, en orden decreciente, fueron: S. squamata, P. vallata, M. glutaeus, E. hirsuticauda y C. setosus. Los individuos de C. setosus, E. analoga, Aulacomya ater, Littorina araucana, M. edulis, Nassarius gayi y Semimytilus algosus son juveniles de estas especies. Las especies con mayor peso seco promedio, también en orden decreciente fueron: P. vallata, S. squamata, E. hirsuticauda (tabla 5). Según la composición porcentual en peso seco, los tipos de presa más importantes de C. alba fueron: P. vallata (50.22%), C. setosus (37.97%) y S. squamata (5.59%) (tabla 6).

En el análisis morfométrico de machos y hembras de C. alba (tabla 7), se encontró diferencias significativas de peso, longitud total y longitud del pico ( $n = 70$ ;  $p > 0.05$ ). Las hembras fueron más grandes que los machos con mayor longitud corporal y peso promedios, así como también el pico más largo.

Tabla 4. Análisis del contenido gástrico de 72 ejemplares de *C. alba*.

TIPO DE PRESA	NUMERO DE PRESAS		FRECUENCIA DE OCURRENCIA	
	NUMERO	%	ESTOMAGOS	%
<b>ANNELIDA</b>				
<i>Malacocerus glutaeus</i>	6	0.75	5	6.94
<i>Perinereis vallata</i>	135	16.83	18	25.00
<i>Scolecopsis squamata</i>	18	2.24	17	23.61
<b>CRUSTACEA</b>				
<i>Cancer setosus</i>	548	68.33	36	50.00
<i>Emerita analoga</i>	6	0.75	5	6.94
<i>Exirolana hirsuticauda</i>	8	1.00	4	5.55
<i>Lepidopa chilensis</i>	8	1.00	5	6.94
<b>INSECTA</b>				
Carabidae	6	0.75	4	5.55
Coleoptera no identif.	11	1.49	11	15.27
Ligacidae	2	0.25	2	2.77
<b>MOLUSCA</b>				
<i>Aulacomya ater</i>	5	0.62	5	6.94
<i>Littorina araucana</i>	14	1.74	5	6.94
<i>Mulinia edulis</i>	14	1.74	9	12.50
<i>Massarius gayi</i>	7	0.86	3	4.16
<i>Semimytilus algosus</i>	13	1.62	4	5.55

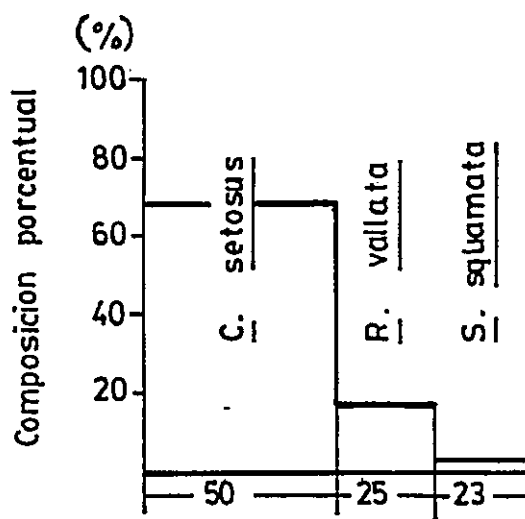


Figura 7. Representación gráfica de la dieta de *C. alba* (n=72), Eje y = composición porcentual numérica; eje x = frecuencia de ocurrencia

Tabla 5. Diámetro y peso seco promedios de las presas consumidas por *C. alba*. Se presenta el promedio, la desviación estandar y entre paréntesis el rango.

ESPECIE	N	DIAMETRO MAYOR (mm) (RANGO)	PESO ( $\times 10^3$ ), (gr)
<b>ANNELIDAE</b>			
<i>M. glutaeus</i>	18	10.74 $\pm$ 1.39 (8.40-12.72)	0.5 $\pm$ 0.2
<i>P. vallata</i>	31	29.20 $\pm$ 12.50 (12.80-55.30)	10.2 $\pm$ 8.7
<i>S. squamata</i>	18	44.75 $\pm$ 17.63 (12.10-77.80)	8.5 $\pm$ 4.3
<b>CRUSTACEA</b>			
<i>C. setosus</i>	41	3.60 $\pm$ 0.33 (3.00-5.10)	1.9 $\pm$ 0.7
<i>E. analoga</i>	7	4.13 $\pm$ 1.07 (3.45-5.85)	1.8 $\pm$ 0.4
<i>E. hirsuticauda</i>	5	6.40 $\pm$ 0.64 (5.56-6.93)	7.3 $\pm$ 3.0
<i>L. chilensis</i>	2	3.12 4.00	3.7
<b>INSECTA</b>			
Carabidae	1	3.20	1.3
Ligacidae	1	4.55	0.9
<b>MOLUSCA</b>			
<i>A. ater</i>	3	2.56 $\pm$ 1.53 (1.25-4.25)	1.3 $\pm$ 0.6
<i>L. araucana</i>	9	1.11 $\pm$ 0.43 (0.55-1.65)	0.5 $\pm$ 0.4
<i>M. edulis</i>	7	1.71 $\pm$ 0.14 (1.50-1.85)	0.8 $\pm$ 0.2
<i>N. gayi</i>	7	1.79 $\pm$ 0.34 (1.55-2.20)	1.8 $\pm$ 0.8
<i>S. algosus</i>	2	3.25 3.50	1.9



Tabla 6. Composición porcentual en peso del contenido gástrico de 72 ejemplares de C. alba.

ESPECIE	PESO (gr)	%
ANNELIDA		
M. glutaeus	0.0030	0.11
P. vallata	1.3770	50.22
S. squamata	0.1534	5.59
CRUSTACEA		
C. setosus	1.0412	37.97
E. analoga	0.0108	0.39
E. hirsuticauda	0.0584	2.13
L. chilensis	0.0296	1.08
INSECTA		
Carabidae	0.0078	0.28
Ligasidae	0.0018	0.06
MOLUSCA		
A. ater	0.0065	0.22
L. araucana	0.0070	0.24
M. edulis	0.0112	0.40
N. gayi	0.0095	0.35
S. algosus	0.0247	0.90

Tabla 7. Morfometría de C. alba. Se presenta el promedio, la desviación estandar y entre paréntesis el rango. Nivel de significancia \* <0.05.

	HEMBRAS (n=29)	MACHOS (n=43)	test t (P)
LONGITUD CORPORAL (mm)	164.10 ± 5.06 (155-176)	157.41 ± 5.36 (145-170)	5.30*
LONGITUD PICO (mm)	25.56 ± 1.38 (21.8-29.0)	24.46 ± 1.07 (21.9-26.7)	3.78*
PESO (gr)	60.62 ± 3.81 (54-68)	55.02 ± 4.85 (47-68)	5.21*

En la tabla 8 se muestra la dieta para los machos y hembras de C. alba. Considerando la composición porcentual numérica, los dos items más importantes para ambos sexos fueron C. setosus y P. vallata. No obstante, el consumo de éste último por parte de las hembras alcanzó sólo un 6.3%, en cambio para machos un 21.2%. En la tabla 9 se presenta el análisis gástrico de machos y hembras a partir del peso seco de las presas. La composición porcentual en peso de los machos indica que los tipos de presa más importantes en orden decreciente fueron : P. vallata, C. setosus, y S. squamata. Para las hembras los items preponderantes en peso fueron : C. setosus, P. vallata y S. squamata.

En la tabla 10 se presenta la razón estandarizada de forrajeo de Chesson (1978). En verano, representado por dos muestreos, uno en el mes de enero y otro en febrero, las presas preferidas fueron C. setosus y M. edulis en enero y Lepidopa chilensis, E. analoga, C. setosus y M. edulis en febrero. En otoño (abril) los items preferidos fueron C. setosus, M. edulis y S. squamata. A fines de invierno (agosto) la presa preferida por C. alba fue S. squamata y en primavera (noviembre) lo fue C. setosus.

En la tabla 11 se muestra el índice de selectividad dietaria (t) calculado mediante el método propuesto por Johnson (1980), donde los valores muestran un patrón similar al índice anterior, pero con mayor exactitud. En enero C. setosus fue nuevamente la presa preferida; en febrero los items preferidos fueron E. analoga seguida de L. chilensis. En otoño la presa preferida fue C. setosus. A mediados de invierno, S. squamata fue la preferida y en segundo lugar M. edulis. En primavera no fue posible aplicar el índice debido al bajo número de items.

Tabla 8. Contenido gástrico de machos y hembras de *C. alba*, considerando el número de presas

TIPO PRESA	MACHOS (n=43)		HEMBRAS (n=29)	
	CANTIDAD DE PRESAS		CANTIDAD DE PRESAS	
	N	%	N	%
<b>ANNELIDA</b>				
M. glutaeus	5	0.88	1	0.42
P. vallata	120	21.24	15	6.33
S. squamata	10	1.77	8	3.37
<b>CRUSTACEA</b>				
C. setosus	368	65.13	180	75.95
E. analoga	5	0.88	1	0.42
E. hirsuticauda	4	0.70	4	1.69
L. chilensis	7	1.24	1	0.42
<b>INSECTA</b>				
Carabidae	5	0.88	1	0.42
Coleoptera no ident.	7	1.24	5	2.10
Ligacidae	1	0.18	1	0.42
<b>MOLUSCA</b>				
A. ater	4	0.70	1	0.42
L. araucana	13	2.30	1	0.42
M. edulis	7	1.24	7	2.95
N. gayi	7	1.24	0	0.00
S. algosus	2	0.35	11	4.64

Tabla 9. Contenido gástrico de machos y hembras de *C. alba* considerando el peso de las presas.

TIPO PRESA	MACHOS (n=43)		HEMBRAS (n=29)	
	PESO (gr)	%	PESO (gr)	%
<b>ANNELIDA</b>				
M. glutaeus	0.0025	0.12	0.0005	0.08
P. vallata	1.2240	58.46	0.1530	24.55
S. squamata	0.0850	4.06	0.0680	10.91
<b>CRUSTACEA</b>				
C. setosus	0.6992	33.40	0.3420	54.89
E. analoga	0.0090	0.43	0.0018	0.29
E. hirsuticauda	0.0292	1.39	0.0292	4.69
L. chilensis	0.0037	0.18	0.0037	0.59
<b>INSECTA</b>				
Carabidae	0.0065	0.31	0.0013	0.21
Ligasidae	0.0009	0.04	0.0009	0.14
<b>MOLUSCA</b>				
A. ater	0.0052	0.25	0.0013	0.21
L. araucana	0.0065	0.31	0.0005	0.08
M. edulis	0.0056	0.27	0.0	0.0
N. gayi	0.0126	0.60	0.0	0.0
S. algosus	0.0038	0.18	0.0209	3.35

Tabla 10. Valores de la razón estandarizada de forrajeo de Chesson (1978).

TIPO PRESA	VERANO				OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	ENERO		FEBRERO		ABRIL		AGOSTO		NOVIEMBRE	
	w	rango	w	rango	w	rango	w	rango	w	rango
ANNELIDA										
M. glutaeus	0.008	3	0.0211	6						
S. squamata	-	-	0.0392	5	0.0874	3	0.6942	1		
CRUSTACEA										
C. setosus	0.7880	1	0.1833	3	0.7553	1	-	-	0.9614	1
E. analoga	-	-	0.2062	2	0.0314	4	-	-	-	-
E. hirsuticauda	-	-	-	-	-	-	0.1322	2	-	-
L. chilensis	-	-	0.3050	1	-	-	-	-	-	-
MOLUSCA										
M. edulis	0.2111	2	0.1649	4	0.1257	2	0.1157	3		
N. gayi	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0385	2
n	11		13		14		7		10	
1/n	0.0090		0.0769		0.0714		0.1428		0.10	

Tabla 11. Índice de selectividad de Johnson (t) (1980)

TIPO PRESA	VERANO				OTOÑO		INVIERNO	
	ENERO		FEBRERO		ABRIL		AGOSTO	
	t	rango	t	rango	t	rango	t	rango
ANNELIDA								
M. glutaeus	1.05	3	2.19	5				
S. squamata	-	-	2.44	6	0.77	4	-1.71	1
CRUSTACEA								
C. setosus	-1.11	1	-0.06	4	-1.59	1	-	-
E. analoga	-	-	-2.43	1	0.50	3	-	-
E. hirsuticauda	-	-	-	-	-	-	1.07	3
L. chilensis	-	-	-1.44	2	-	-	-	-
MOLUSCA								
M. edulis	0.05	2	-0.69	3	0.32	2	-0.43	2
N. gayi								
	F(2,7)= 8.93		F(5,3)= 24054		F(3,8)= 13.85		F(3,4)= 17.33	
	P<0.05		P<0.05		P<0.05		P<0.05	

Al aplicar la razón estandarizada de forrajeo de Chesson (1978) a machos y hembras por separado, se observó un patrón similar para ambos sexos (tablas 12 y 13). El índice de Johnson no se aplicó por la misma razón arriba mencionada.

Tabla 12. Valores del índice de Chesson (1978) para el contenido gástrico de machos de *C. alba*.

TIPO PRESA	VERANO				OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	ENERO		FEBRERO		ABRIL		AGOSTO		NOVIEMBRE	
	w	rango	w	rango	w	rango	w	rango	w	rango
ANNELIDA M. glutaeus S. squamata	0.0013	3	0.0269 0.0124	5 6	0.0664	3	0.7368	1		
CRUSTACEA C. setosus E. analoga E. hirsuticauda L. chilensis	0.7049	1	0.1555 0.1749 0.4900	3 2 1	0.6378 0.0318	1 2	0.1403	2	0.9426	1
MOLUSCA M. edulis N. gayi	0.2899	2	0.1399	4	0.0318	2			0.0573	2
n	11		13		14		7		10	
1/n	0.0909		0.0769		0.0714		0.1428		0.10	

Tabla 13. Valores del índice de Chesson (1978) para el contenido gástrico de hembras de *C. alba*.

TIPO PRESA	VERANO				OTOÑO		INVIERNO	
	ENERO		FEBRERO		ABRIL		AGOSTO	
	w	rango	w	rango	w	rango	w	rango
ANNELIDA M. glutaeus S. squamata	0.0003	3	0.0960	4	0.0594	3	0.6562	1
CRUSTACEA C. setosus E. analoga E. hirsuticauda L. chilensis	0.8645	1	0.2980 0.3361	4 1	0.6843	1	0.1249	3
MOLUSCA M. edulis N. gayi	0.1350	2	0.2689	3	0.2562	2	0.2187	2
n	11		13		14		7	
1/n	0.0909		0.0769		0.0714		0.1428	

## DISCUSION

### 1) DISTRIBUCION TEMPORAL DE Calidris alba

La migración se ha considerado una adaptación que permite a las aves explotar abundante alimento para la reproducción en otras áreas, mientras que la zona reproductiva está sometida a condiciones rigurosas (Terrill, 1990). Myers et al. (1985) sugieren que Calidris alba migraría hacia el hemisferio sur en el invierno boreal, debido a que en esta zona las condiciones ambientales serían más favorables que en el hemisferio norte. En Sudamérica habría una mayor disponibilidad de alimento y los recursos serían más estables, puesto que en esta época es verano en el hemisferio sur.

La playa "Isla Rocuant" es una zona de concentración de ejemplares de C. alba durante su época no reproductiva. Se observaron individuos de esta especie durante 9 meses del año (agosto a mayo) y en abundancias que fueron desde 300 individuos en verano a 2000 en otoño. Myers et al. (1985) establecen que la distribución de C. alba durante su época no reproductiva en el continente americano no es homogénea y a pesar que su rango de distribución es muy amplio, sólo es abundante en algunas zonas. Así, en el hemisferio norte lo es en las costas de Oregon y Washington y en el hemisferio sur en el sur del Perú y norte de Chile. Según los censos realizados por Morrison y Ross (1989), en la costa del Pacífico de Sudamérica, C. alba se concentra en gran número en Perú (66846 individuos), Chile (30287 individuos) y en menor cantidad en las costas de Ecuador (230 individuos) y Colombia (883 individuos). En Chile, estos mismos

autores, encontraron que C. alba se concentra principalmente en las costas de Chiloé (10194 individuos), Valparaíso (8442 individuos) y Concepción (4543 individuos).

Aunque es difícil poder comparar la abundancia y diversidad de presas de una zona a otra, porque las características físicas de las playas son diferentes y porque éstas determinan en gran medida la abundancia y diversidad de la macroinfauna (Jaramillo, 1987) se puede decir que, como la playa "Isla Rocuant" tiene poca pendiente y es semiprotegida, presenta una macroinfauna importante (Palma et al., 1982) (figura 6 de este trabajo). Zwart y Wanink (1993), en el hemisferio norte, estimaron que la oferta de alimento disponible para las aves costeras era mucho menor en invierno que en verano, porque los invertebrados marinos eran menos activos a bajas temperaturas. Además, debido a estas mismas temperaturas el costo energético de termoregulación en las aves costeras era más alto.

El patrón de distribución temporal de C. alba observado en la playa "Isla Rocuant", coincide con lo señalado para esta especie en otras localidades, como Bodega Bay, California (Myers, 1980), playas de Lima, Perú (Myers et al. 1985), Cape Recife, Sudáfrica (Spearpoint et al. 1988) y Mauritania (Piersma et al., 1990). Este patrón se manifiesta, en general, con la llegada de C. alba a sus distintas zonas de descanso reproductivo entre julio y octubre de cada año y la partida hacia sus zonas reproductivas en el hemisferio norte entre marzo y mayo del año siguiente (Myers et al., 1985; Spearpoint et al. 1988).

El aumento del número de individuos registrado en el mes de diciembre, indica que en esta época la playa "Isla Rocuant" es además una "zona de paso" para los



individuos que migran hacia el sur de Chile. Sallaberry et al (1991) observaron un fenómeno similar en bahía Paracas (Perú), donde encontraron un aumento de C. alba en octubre y una disminución en noviembre, lo que reflejó tanto el proceso de migración hacia el sur, como el probable desplazamiento de las aves costeras por la mayor afluencia de público a esas playas en verano. Por otro lado, el gran aumento del número de individuos en abril, en la playa "Isla Rocuant", es consecuencia de la llegada de ejemplares desde el sur de Chile en viaje de regreso hacia sus zonas de reproducción en el hemisferio norte. La distribución temporal mostrada por C. alba, con dos aumentos de abundancia durante el año (diciembre y abril), se debería a que las migraciones interhemisféricas de esta especie se realizan en forma escalonada. Para esto utiliza en sus rutas de viaje diferentes playas o estuarios como zonas de descanso y alimentación, para luego continuar migrando hacia sus zonas de destino (Myers et al., 1985). Para Chile, la bahía de Coquimbo ha sido señalada como otra "zona de paso" importante por Tabilo et al.(1987). De la misma manera en Norteamérica se pueden mencionar como "zonas de paso" importantes, en las costas del Pacífico, las playas de Washington y Oregon (Myers et al. 1990) y en la costa Atlántica la bahía de Delaware y las playas de Texas (Clark et al., 1993). Este último lugar se destaca por el número promedio de individuos de C. alba observados (14700), con un máximo que ha llegado a 33800 (Clark et al., 1993).

A pesar del comportamiento de retorno a las zonas de reproducción que presentan las aves costeras migratorias, se ha observado en varias de ellas que un cierto número de individuos permanecen, durante el período reproductivo boreal, en las zonas de descanso reproductivo. Esta situación que fue observada en la playa "Isla Rocuant" en el invierno de 1987, también ha sido registrada para C. alba en el Perú y sureste de Brasil (Myers et al., 1985), en Sudáfrica (Spearpoint et al. 1988) y en Mauritania (van Dijk et al. 1990).

Cramp y Simmons (1983) y Myers et al. (1985) señalaron que los individuos que permanecieron en las zonas no reproductivas durante el invierno austral, correspondieron a ejemplares juveniles, que no viajaron a los sitios de reproducción.

## 2) ACTIVIDAD DE ALIMENTACION Y DESCANSO DE Calidris alba Y SU DISTRIBUCION ESPACIAL EN LA PLAYA

La actividad alimentaria diaria de las aves costeras se encuentra relacionada con las fluctuaciones de la marea, las que producen cambios tanto en el espacio disponible para alimentarse, como en la diversidad y disponibilidad de las presas (Recher, 1966). Las aves costeras responden a estos cambios alimentándose en diferentes estados de la marea y moviéndose de un área de alimentación a otra (Burger et al., 1977).

En la playa "Isla Rocuant", C. alba tiende a descansar durante marea alta y a alimentarse durante marea baja. En estudios realizados en Oregon y Washington se ha observado que C. alba se alimentó durante casi todas las horas del día, descansando algunos individuos en cualquier estado de la marea (Myers et al., 1984). Maron y Myers (1985) señalaron que en California C. alba se alimentó entre el 75% y el 95% de las horas con luz, descansando un mayor número cuando la marea ocurría en mitad de la tarde. En Nueva Jersey (Burger et al., 1977) observaron que en un ciclo completo de marea C. alba mostró dos aumentos en su abundancia mientras se alimentaba: un aumento mayor en marea baja y uno secundario en marea alta. Entre ambos aumentos ocasionalmente observaron a C. alba descansando en la parte alta de la playa. A pesar que la actividad alimentaria de C. alba se encuentra relacionada con el ciclo de marea, esta actividad no

tiene un patrón definido y varía de una zona geográfica a otra. Esto ocurre probablemente porque el comportamiento alimentario depende también de otras variables como la amplitud y duración del ciclo mareal, tipos de sustrato y de ambiente y de la disponibilidad de alimento (Quammen, 1982; Nehls y Tiedemann, 1993). Connors et al. (1981) encontraron que C. alba se alimentaba durante marea alta en la playa y durante marea baja en un estuario cercano. Este cambio de ambiente sugeriría una variación en la disponibilidad de alimento entre ellos, ocupando C. alba el más provechoso de manera de maximizar la tasa neta de incorporación de presas por unidad de tiempo. Suponiendo que C. alba explota los lugares más provechosos para alimentarse, en la playa "Isla Rocuant", sería esperable que un mayor número de individuos se alimentara durante marea baja.

Si se considera la distribución de C. alba en toda la extensión de la playa "Isla Rocuant" (7 kilómetros), C. alba se concentró de preferencia entre las estaciones 1-2 y 2-3, estando ausente en las estaciones 5-6 y 6-7 (figura 5), esto último probablemente debido a la baja abundancia de presas en dichos sectores, situación que también ha sido señalada por Goss-Custard (1970) y Wilson (1990) para Tringa totanus y Calidris pusilla respectivamente.

Al considerar la distribución de C. alba a lo ancho de la playa, se encontró que se alimentó de preferencia en la zona intermareal. En ella, como se observa en la figura 6, se registró la mayor abundancia de macroinfauna, entre ellas el poliqueto Scoelepis squamata y el decápodo Cancer setosus, dos de las especies más consumidas por C. alba. Mientras se alimenta en la zona intermareal, C. alba sigue el movimiento del oleaje, alimentándose en la zona recién bañada por el agua. La humedad del suelo influye el comportamiento alimentario de las aves costeras en dos formas: el suelo arenoso es más

fácil de penetrar inmediatamente después que ha sido mojado por la ola y el oleaje también favorece la actividad de los invertebrados, haciéndolos más susceptibles a la depredación (Myers et al. 1980; Goss- Custard, 1984).

La relación entre la distribución de las aves costeras y la abundancia de las presas ha sido estudiada en varias especies entre las que se pueden mencionar a Calidris alpina (Bengtson y Svenson, 1968), Tringa totanus (Goss-Custard, 1970), Haematopus ostralegus, Calidris canutus, Calidris alpina y Limosa laponica (Goss-Custard et al., 1977b), Pluvialis squatarola y Charadrius hiaticola (Pienkowski, 1982), Calidris pusilla (Hickling y Smith, 1984; Wilson, 1990), Calidris canutus (Piersma et al., 1993), Calidris minutilla y Calidris mauri (Colwel y Landrum, 1993) y Calidris ferruginea (Kalejta y Hockey, 1994). Los resultados de estos trabajos mostraron que las aves costeras mientras se alimentaban no se distribuían al azar, sino que existía una correlación positiva entre la abundancia de las aves costeras y la abundancia de las presas. Sin embargo, esta relación varió con la escala espacial utilizada. En estudios con una escala espacial grande, desde 1 a 50 km, se encontró una correlación fuerte entre la abundancia de las aves y la de las presas (Goss-Custard et al., 1977b; Bryant, 1979; Pienkowski, 1982; Hickling y Smith, 1984; Piersma, 1993; Kalejta y Hockey, 1994). En estudios con una escala espacial más fina, desde 1 km a menos de 1 m, Wilson (1990) y Colwell y Landrum (1994) encontraron una correlación positiva, pero comparada con la de los estudios a gran escala fue más débil. Según Colwell y Landrum (1994) la variación de los factores físicos ambientales, que determinan la distribución de los invertebrados, es mayor al aumentar la escala espacial de análisis. Como resultado de esto, se esperaría una mayor variación en la densidad de los invertebrados entre sitios lejanos que en un mismo sitio, lo que haría variar también la abundancia de las aves costeras a gran escala. Wilson (1990) sugirió que

a gran escala las aves costeras se concentrarían en reas con mayor abundancia de presas, pero que dentro de un sector (menor que 300 m), los sitios que excedan una densidad umbral de presa (en su estudio 625 presas/m<sup>2</sup>), son todos satisfactorios y van a ser elegidos.

Según el modelo de parche de la teoría de forrajeo óptimo, un depredador va a alimentarse en aquellos parches más ricos, es decir, aquellos que le entregan más energía por unidad de tiempo. De la información obtenida, se desprende que C. alba se alimenta en la zona intermareal donde la abundancia de las presas potenciales es mayor (figura 6). Para responder si en esta zona obtiene mayor energía por unidad de tiempo, debería medirse el contenido energético de las presas y su tiempo de manipulación. Goss-Custard et al., (1977b) encontraron una correlación positiva entre la densidad de Tringa totanus y la densidad del crustáceo Corophium sp. Además determinaron la biomasa de alimento colectada por unidad de tiempo en las distintas zonas y establecieron que las aves, en las zonas con mayor densidad de presas, obtenían más biomasa por unidad de tiempo, es decir, su eficiencia alimentaria era mayor.

La presencia de depredadores, especialmente aves rapaces, Falconiformes y Strigiformes, es un factor que puede influir sobre la distribución de las aves costeras. Page y Whitacre (1975) y Piersma et al. (1993) observaron a Falco columbarius, Falco peregrinus y Asio flammeus atacar a aves costeras mientras que se alimentaban o descansaban. Sin embargo, según Piersma et al. (1993) la depredación fue un factor secundario en la distribución de Calidris canutus, siendo el principal la abundancia de las presas. Myers (1984), para C. alba, señaló que su comportamiento de alimentación en grupo dificultaría la acción de los depredadores, ya que les permitiría detectar la

aproximación del depredador con mayor eficiencia y disminuiría la probabilidad de ataque y captura de cada individuo dentro del grupo. En la playa "Isla Rocuant" no se determinó el efecto de la depredación, sin embargo, se observó en una oportunidad un ataque de Falco peregrinus (Halcón peregrino). Además para el sector de "Isla Rocuant", Quezada et al. (1986) han señalado la presencia de Falco femoralis (Halcón perdiguero) y Asio flammeus (Nuco), depredadores potenciales de C. alba.

Myers et al. (1985) y Botton et al. (1994) sugirieron que la competencia entre las especies de aves costeras podría influir en su distribución. En la playa "Isla Rocuant" se observó la tendencia a la segregación espacial en el uso del recurso alimento entre las distintas especies de aves costeras encontradas, lo cual evitó el antagonismo entre ellas. Así, como se ha señalado, C. alba se alimentó en el intermareal siguiendo el movimiento del oleaje, mientras que Charadrius falklandicus, Charadrius modestus y Charadrius collaris se alimentaron en la zona más alta del intermareal, llegando esta última especie incluso al supralitoral. La gaviota de Franklin Larus pipixcan, además de alimentarse en el intermareal, lo hizo mar adentro. En 6 estómagos de gaviota analizados se encontró cangrejos, isópodos, napes, chanchitos de mar y otolitos de peces. Otras especies como Numenius phaeopus y Larus dominicanus utilizaron la playa principalmente como área de descanso.

### 3) ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LA MACROINFAUNA

En general, los taxa encontrados en la playa "Isla Rocuant" son similares a los descritos por Castilla et al. (1977), Sanchez et al. (1982) y Jaramillo (1978, 1987). Estos

autores, siguiendo el esquema de zonación de Dahl (1952) y el de Trevallion et al. (1970), proponen dividir la playa en tres franjas o zonas. Zona superior con la presencia de Amphipoda (Talitridae), Isopoda (Oniscoidea y Cirolanidae), Decapoda (Ocypodidae) y adultos y larvas de insectos. Zona intermedia con : Isopoda (Cirolanidae) y Polichaeta (Glyceridae, Ophelidae, Spionidae). Zona inferior caracterizada por Anomura (Hippidae), Decapoda, Amphipoda (Oedicerotidae), Polichaeta (Nephtyidae, Spionidae), Nemertinea y Bivalvia (Mesodesmatidae).

En la playa "Isla Rocuant" se distinguieron solamente dos franjas, la superior y la inferior, ya que la franja intermedia caracterizada por isopodos cirolanidos (Dahl, 1952), sólo se encontró diferenciada de las otras dos en el mes de agosto. Así, la primera franja se caracterizó por la presencia de O. tuberculata y varias familias de insectos en diferentes estados de desarrollo. La segunda franja se caracterizó por M. glutaeus, S. squamata, N. impressa, E. hirsuticauda, E. analoga, L. chilensis, C. setosus, M. edulis y Nemertinea. Entre ambas franjas hay otra de alrededor de 8 m que carece de organismos. Un esquema similar, caracterizado por solamente dos franjas, es descrito por Epelde-Aguirre y López (1975) en playa Blanca, bahía de Coronel. La ausencia de macroinfauna en el sector medio de algunas playas en el norte de Chile, también fue mencionado por Jaramillo (1987), sin que el autor haya encontrado alguna relación con los factores físicos de las playas estudiadas.

El esquema de zonación horizontal encontrado en la playa "Isla Rocuant", se mantiene a través de las distintas estaciones del año con algunas modificaciones, como cambios en la abundancia de las especies y también en el número de especies (ambos disminuyen en invierno). Esto podría deberse a que la dinámica topográfica de las playas

y la fluctuación de los parámetros físicos como la temperatura y el porcentaje de agua del sustrato varían de una estación del año a la otra e influyen en la abundancia de los invertebrados (Jaramillo, 1987).

#### 4) DIETA DE Calidris alba

A partir del análisis de la composición porcentual numérica y en peso de la dieta de Calidris alba, los tipos de presa más importantes en su dieta fueron el decápodo juvenil Cancer setosus y los poliquetos Scolecipis squamata y Perinereis vallata. De todas las especies consumidas por C. alba los índices de selectividad de Chesson (1978) y Johnson (1980) indicaron que la presa preferida en verano, otoño y primavera fue C. setosus y en invierno S. squamata. En verano también lo fueron Emerita analoga y Lepidopa chilensis.

Suponiendo que el tamaño y el peso seco de las presas serían indicadores del valor de éstas, se podría decir que el poliqueto S. squamata, sería una especie más valiosa que el decápodo juvenil C. setosus. El tamaño de S. squamata ( $\bar{X} = 44.7 \pm 17.6$  mm) y el peso ( $\bar{W} = 8.5 \pm 4.3 \text{ gr} \times 10^{-3}$ ) es mayor que el tamaño ( $\bar{X} = 3.6 \pm 0.3$  mm) y el peso ( $\bar{W} = 1.9 \pm 0.7 \text{ gr} \times 10^{-3}$ ) de C. setosus. Sin embargo, la presa preferida es C. setosus. Una explicación probable es que C. setosus sería más visible y por lo tanto más fácil de ser encontrado y manipulado por el playero C. alba. Tanto el decápodo C. setosus como el poliqueto S. squamata viven en el intermareal, pero C. setosus se encuentra sobre la arena y se desplaza generalmente en grupos, en cambio S. squamata vive enterrado en la arena, sin dejar rastro aparente sobre ella. Así, para capturar una presa de C. setosus, C. alba, picotea sobre la arena, atrapa un individuo y lo consume de inmediato, lo captura en



forma visual. Por el contrario, para capturar un poliqueto entierra el pico en la arena, utilizando estímulo táctil para detectarlo (Gerritsen y Meiboom, 1986).

Zwart y Waning (1993) definen que una presa está disponible cuando es detectable y accequible. Teniendo en cuenta los supuestos que el peso y el tamaño de la presa indicarían su valor y que el comportamiento (o ubicación de las presas en la arena) indicaría la facilidad de detección y manipulación de la presa, se concluye que C. alba selecciona C. setosus, porque como esta llima se encuentra sobre la arena, es más accesible para C. alba y más fácil de manipular. A pesar que el tamaño y peso de C. setosus son menores, es más visible.

Goss-Custard (1977) determinó que Tringa totanus seleccionó sus presas y prefirió el anfípodo Corophium volutator. Encontró que la proporción de picoteos con presa fue mayor cuando T. totanus se alimentó de Corophium que cuando consumió poliquetos. El autor sugiere que Corophium sería más perceptible para T. totanus, y por lo tanto más fácil de capturar que los poliquetos y bivalvos.

Según el modelo de presa de la teoría de forrajeo óptimo un depredador selecciona aquella presa que le proporciona más energía por unidad de tiempo (Stephens y Krebs, 1986). Para responder si C. alba se comporta siguiendo las predicciones de la teoría es necesario medir el contenido energético y el tiempo de manipulación de las presas, sin embargo se puede hacer una aproximación. Zwart y Wanink (1993) definen como presas provechosas las que son energéticamente valiosas. Las presas pequeñas son generalmente menos provechosas que las grandes, debido a que se señala que existe una relación entre el tamaño de la presa y la cantidad de energía, la cual aumenta exponencialmente con el

tamaño, mientras disminuye el tiempo de manipulación de la presa. Estos mismos autores entregan el contenido energético de varios invertebrados entre los cuales destaca del decápodo Carcinus maenas de tamaño corporal entre 2 y 60 mm y contenido energético de  $20.8 \text{ kJ.g}^{-1}$  peso seco libre de ceniza y el poliqueto Nereis diversicolor (longitud= 1-13 cm) y contenido energético de  $22.2 \text{ kJ.g}^{-1}$  peso seco libre de ceniza. Si se asume estos valores como representativos de la diferencia que podría haber entre el contenido energético de Cancer setosus y Scolepepis squamata, se podría concluir que S. squamata sería más valioso energéticamente. Sin embargo, como Zwart y Wanink (1993) señalaron el tiempo de manipulación de las presas pequeñas es menor, y además el tiempo de manipulación de las presas que viven sobre el sustrato es menor que el de aquellas que viven enterradas. Esto último debido a que el tiempo que necesita el ave para enterrar el pico y extraer la presa es mayor que el de picotear una presa en la superficie. De este modo, a pesar que el decápodo C. setosus le entregaría menos energía a C. alba, ésta gastaría menos energía al manipularla que al consumir el poliqueto S. squamata. Así, C. alba estaría optimizando su comportamiento. Basándose en los planteamientos del modelo de selección de dieta óptima, y considerando que dos presas son igualmente abundantes, un depredador seleccionaría la presa que, a pesar de contener menos energía, tiene un menor tiempo de manipulación (Bozinovic, com. per.).

Por lo tanto, la selección de presa que hace C. alba se encuentra influida por la accesibilidad de las presas y la facilidad de encuentro y captura de éstas. A pesar que C. alba selecciona sus presas, su dieta varía de una zona geográfica a otra. Así, Cramp y Simmons (1982) señalan que durante la época reproductiva se alimenta especialmente de adultos y larvas de dípteros, ocasionalmente coleópteros, lepidópteros y arañas. Cuando las presas animales no se encuentran disponibles (e.g. comienzo de la estación

reproductiva), consume material vegetal: brotes, tallos y raíces de plantas, semillas de pasto, algas y musgos (Cramp y Simmons, op cit). En la época no reproductiva en playas de California (Bodega Bay) se alimentó principalmente de los crustáceos Excirolana linguifrons y de Emerita analoga (Maron y Myers, 1985); de huevos de Limulus en bahía de Delaware (Castro et al., 1989); de los poliquetos Nerine cirratulus y Scolecipis squamata en las costas de Holanda (Cramp y Simmons, 1982);

En la dieta de C. alba también fue importante el poliqueto Perinereis vallata. Esta especie no se registró entre los componentes de la macroinfauna de la playa "Isla Rocuant", sino que se encontró en el sustrato fangoso de la desembocadura de río Andalién, cuyo fondo queda expuesto durante la marea baja. Los machos de C. alba presentaron un mayor porcentaje de P. vallata en su dieta, lo que indicaría una segregación espacial entre ambos sexos. A pesar que C. alba carece de dedo trasero, lo que dificulta sus movimientos sobre el fango (Connors et al., 1981), los machos son más pequeños y livianos que las hembras (tabla 8), lo que les permitiría desplazarse mejor por el fango. Además, probablemente se alimentan en las zonas del río que quedan descubiertas antes, es decir, donde el fango está más seco.

Otras especies que se registraron en el contenido gástrico fueron los moluscos Litorina aruacana y Semimytilus algosus. Ambas especies viven en ambientes rocosos, lo que nos podría indicar que C. alba también se alimentó sobre rocas, lo que ha sido observado ocasionalmente en Sudáfrica (Cramp y Simmons, 1982).

Existen factores que limitan o restringen el comportamiento alimentario de los animales. Estas restricciones pueden ser intrínsecas del animal o extrínsecas. Estas últimas

son las impuestas por el ambiente (Stephens y Krebs, 1986). Dentro de las restricciones intrínsecas para C. alba se pueden nombrar la carencia del dedo trasero en las patas, lo que le permite un buen desplazamiento sobre sustratos arenosos, pero se lo dificulta sobre el fango (Connors et al., 1981); la longitud del pico, que en C. alba es menor que 3 cm. Así, esta especie puede capturar sólo aquellas presas que se encuentran en la superficie o enterradas a no más de 3 cm. En promedio C. alba entierra el pico hasta 2 cm (Gerritsen y Meiboom, 1986). Entre las restricciones extrínsecas la penetrabilidad del sustrato es una de las más importantes y a la vez depende de la posición de la marea, el contenido de humedad y el tamaño de partícula (Myers et al 1980). C. alba se alimenta en la zona intermareal recién mojada por la ola, debido a que se incrementa la actividad de los invertebrados y la arena es más fácil de penetrar (Myers et al., 1980).

## CONCLUSIONES

- 1) C. alba fue observado en la playa "Isla Rocuant" entre agosto y mayo. Las densidades más altas están en primavera y en otoño.
- 2) La dieta de C. alba se compone principalmente de: Cancer setosus (Crustacea, Cancridae), Perinereis vallata (Polichaeta, Nereidae) y Scolelepis squamata (Polichaeta, Spionidae), no existen diferencias entre sexos.
- 3) Las especies más abundantes de la macroinfauna son:  
Malacoceros glutaeus (Polichaeta, Spionidae), Scolelepis squamata (Polichaeta, Spionidae), Mulinia edulis (Mollusca, Bivalvia), Orchestoidea tuberculata (Amphipoda, Talitridae), Exirolana hirsuticauda (Isopoda, Cirolanidae), Cancer setosus (Crustacea, Cancridae) y Nemertinea.
- 5) C. alba prefiere aquellas zonas de la playa "Isla Rocuant", en las que la abundancia de la macroinfauna de arena es mayor.

Considerando estos resultados y las hipótesis iniciales, se propone que:

- 1) La distribución espacial de C. alba en la playa "Isla Rocuant" está relacionada positivamente con la distribución de sus presas.

2) C. alba selecciona sus presas, dependiendo esta selección de la disponibilidad de las presas y de la facilidad de encuentro y captura de éstas.

## BIBLIOGRAFIA

- Araya, B., G. Millie y M. Bernal. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 389 pág.
- Bengtson, S-A. y B. Svensson. 1968. Feedings habits of Calidris alpina L. y Calidris minuta Leisl. (Aves) in relation to the distribution of marine shore invertebrates. Oikos 19: 152-157.
- Botton, M. L., R. E. Loveland y T. R. Jacobsen. 1994. Site selection by migratory shorebirds in Delaware Bay, and its relationship to beach characteristics and abundance of Horseshoe Crab (Limulus polyphemus eggs. The Auk. 111 (3): 605-616.
- Bryant, D. M. 1979. Effect of prey density and site character on estuary usage by overwintering waders (Charadri). Estuarine Coastal Mar. Sci. 9: 369-384.
- Burger, J., M. A. Howe, D. C. Hahn y J. Chase. 1977. The effect of tide on habitat partitioning by migrating shorebirds. The Auk 94: 743-758.

- Castilla, J. C., M. Sánchez y O. Mena. 1977. Estudios ecológicos en la zona costera afectada por contaminación del "Northern Breeze". I. Introducción general y comunidades de playas de arena. *Medio Ambiente* 2 (2): 53-64.
- Carrasco, F. D. y C. Oyarzún 1988. Diet of the *Lumbrinereis tetrura* (Schmarda) (Lumbrinereidae) in a polluted soft-bottom environment. *Bull. Mar.* 42 (3): 358-365.
- Castro, G., J. P. Myers y A. R. Place. 1989. Assimilation efficiency of Sanderlings (*Calidris alba*) feeding on horseshoe Crab (*Limulus polyphemus*) eggs. *Physiol. Zool.* 62(3): 716-731.
- Clark, K. E. y L. J. Niles. 1993. Abundance and distribution of migrant shorebirds in Delaware Bay. *The Condor.* 95: 694-705.
- Colwell, M. A. y S. L. Landrum. 1993. Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance. *The Condor* 95: 94-103.
- Cramp, R. y K. Simmons. 1982. The birds of the western Palearctic. Vol. III: 282 -293.
- Connors, P. J. J. P. Myers, S. W. Connors y F. A. Pitelka. 1981. Interhabitat movements by Sanderlings in to foraging profitability and tidal cycle. 98:49 - 64.



- Chapman, B. R. 1984. Seasonal abundance and habitat use patterns of coastal birds populations of Padre and Mustang island barrier beaches. U. S. Fish Wild Serv.FWS/OBS-83/31. 73 páginas.
- Chesson, J. 1978. Measuring preference in selective predation Ecology 59: 211-215.
- Dahl, E. 1952. Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches. Oikos 4: 1-27.
- Emlen, J. M. 1966. The role of time and energy in preference. Am. Nat. 100: 611 - 617.
- Epelde-Aguirre, A. y M. T. López. 1975. Zonación en el arenoso de playa blanca, bahía de Coronel y observaciones sobre crustáceos poco frecuentes. Bol. Soc. Biol. de CONCEPCIÓN. Tomo XLIX: 161-170.
- Gerritsen, A. F. C. y A. Meiboom. 1986. The role of touch in density estimation by Calidris alba. Netherlands J Zool. 36(4): 530-562.
- Goss-Custard, J. D. 1970. The response of redshank Tringa totanus to spacial variations in the density of their prey J. Anim. Ecol. 39: 91-113.
- Goss-Custard, J. D. 1977a. Optimal foraging and the size selection of worms by redshank, Tringa totanus in the field. Anim. Behav. 25: 10 - 29.

- Goss-Custard, J. D. 1977b. The ecology of the Wash. III. Density-related behaviour and the possible effect of a loss of feeding grounds on wading birds (Charadrii). *J. Appl. Ecol.* 14: 721 - 739.
- Goss-Custard, J. D. 1984. Intake rates and food supply migrating and wintering shorebirds. En: *Behavior of marine animals N 6. Shorebirds. Migration and foraging behavior.* J. Burger y B.L. Olla (Eds). 233-269.
- Hicklin, P. W. y P. C. Smith. 1984. Selection of foraging sites and invertebrate prey by migrant Semipalmated Sandpiper, *Calidris pusilla* (Pallas), in Minas Basin, Bay of Fundy. *Can. J. Zool.* 62: 2201-2210.
- Jaramillo, E. 1978. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del sur de Chile (Mehuín, Valdivia). *Stud. Neotr. Fauna Env.* 13: 71-
- Jaramillo, E. 1980. Esquemas de zonación de la macroinfauna de crustáceos en una playa arenosa expuesta del sur de Chile: su dinámica estacional. *Zoología Neotropical. Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Tomo II.* P. J. Salinas (Ed.). Páginas: 1147-1162.
- Jaramillo, E. 1987. Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: zonation patterns and zoogeography. *Vie Milieu* 37 (3/4): 165-174.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65-71.

- 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.
- Krebs, J. R., D. W. Stephens y W. J. Sutherland. 1983. Perspectives in optimal foraging. En: *Perspective in Ornithology*. A. H. Brush y G. A. Clarck Jr. (Eds.). Cambridge Uni. Press. 165-221.
- Krebs, J. R. y N. B. Davies. 1993. *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Lechowics, M. J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia* 52: 22-30.
- Mac Arthur, R. H. y E. R. Pianka. 1966. On optimal use of patchy environment. *Am. Nat.* 100: 603 - 609.
- Maron, J. L. y J. P. Myers. 1985. Seasonal changes in feeding success, activity patterns and weights of nonbreeding sanderlings (*Calidris alba*). *Auk* 102: 580-586.
- Morrison, R. I. G. y R. K Ross. 1989. *Atlas of Neartic shorebirds on the coast of South America*. Vol 1. 128 págs. Can Wild. Serv. Publication.
- Murtaugh, P. A. 1981. Selective predation by *Neomysis mercedis* in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 26: 445-453.

- Myers, M. J. 1980. Sanderlings *C. alba* at Bodega Bay: facts inferences and shameless speculations. Wader Study Group Bull. 30: 26-32.
- Myers, J. P. 1984. Spacing behavior of nonbreeding shorebirds. En: Behavior of marine animals N 6. Shorebirds. Migration and foraging behavior. J. Burger y B.L. Olla (Eds.). 271-321.
- Myers, J. P., S. L. Williams y F. A. Pitelka. 1980. An experimental analysis of prey availability for Sanderlings (Aves: Scolopacidae) feeding on beach crustacean. Can. J.Zool. 58: 1564 - 1574.
- Myers, J. P., C. T. Schik y C. J. Hohenberger. 1984a. Notes on the 1983 distribution of Sanderlings along the United States' Pacific coast. Wader Study Group Bull. 40: 22-26.
- Myers, J. P., C. Castro, B. Harrington, M. Howe, J. Maron, E. Ortiz, M. Sallaberry, C.T. Schik y E. Tabilo. 1984b. The american shorebird program: a progress report. Wader Study Group 42: 26-31.
- Myers, J. P., J.L. Maron y M. Sallaberry. 1985. Going to extremes: why do Sanderlings migrate to the Neotropics? Ornith. Monogr. 36. Neotropical Ornithology. P.A. Buckley, M.S. Foster, E.S. Morton, R.S. Ridgely y F.G. Buckley (Eds): 520-535.

- Myers, J. P., M. Sallaberry, E. Ortiz, G. Castro, L. M. Gordon J. L. Maron, C. T. Schick, E. Tabilo, P. Antas and T. Below. 1990. Migration routes of new world sanderlings (Calidris alba). *The Auk* 107: 172-180.
- Nehls, G. y R. Tiedemann. 1993. What determines the densities of feeding birds on tidal flats?. A case study on Dunlin, Calidris alpina, in the Wadden Sea. *Netherlands J. Sea Res.* 31 (4): 375-384.
- Orellana, M. 1980. Estudios morfológicos y poblacionales de Mulinia edulis de "Isla de los Reyes". Tesis de Licenciatura en Biología. U. Concepción. 157 páginas.
- Page, G. y D. F. Whitacre. 1975. Raptor predation on wintering shorebirds. *The Condor* 77:
- Palma, W., F. Carrasco, O. Aracena y I. Lépez. 1982. Macroinfauna de playas arenosas de la Bahía de Concepción. Chile, *Cienc. y Tec. del Mar.* Cona 6: 101 - 115.
- Pienkowski, M. W. 1982. Diet and energy intake of Gray and Ringed plovers. Pluvialis squatarola and Charadrius hiaticola, s in the non breeding season. *J. Zool. Lond.* 197: 511-549.
- Piersma, T., M. Klaassen, J. H. Bruggeman, A-M. Blomert, A. Gueye, Y. Ntiama-Baidu y N. e. Van Brederode. 1990. Seasonal timing of the spring

- departure of waders from the Banc D'Arguin, Mauritania. *Ardea* 78: 123-134.
- Piersma, T., R. Hoekstra, A. Dekinga, A. Koolhaas, P. Wolf, P. Battley y P. Wiersma. 1993. Scale and intensity of interhabitat use by Knots *Calidris canutus* in the western Wadden Sea in relation to food, friends and foes. *Netherlands J. Sea Res.* 31 (4): 331-357.
- Puttick, G. M. 1984. Foraging and activity patterns in wintering shorebirds. In: *Behavior of marine Animals. N° 6. Shorebirds, migration and foraging behavior.* J. Burger y L. Olla (Eds) : 203-231.
- Pyke, G. M. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15: 523-575.
- Quammen, M. L. 1982. The influence of subtle substrate difference on feeding by shorebirds on intertidal mudflats. *Mar. Biol.* 71: 339-343.
- Quezada, A., H. Oyarzo y V. H. Ruiz. 1986. Distribución de avifauna en los distintos habitats del estuario Andalién, Bahía de Concepción, Concepción, Chile. *St. Neot. Fauna and Env.* 21 (4): 197-206.
- Recher, H. F. 1966. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. *Ecology* 47 (3): 393-407.

- Sallaberry, M., J. Arenas, E. Flores, G. Guillén, J. Quispe, A. Novak, J. Ortiz y M. Ushiñahua. 1991. Censos de aves limícolas y marinas en la bahía de la reserva nacional de Paracas (Pisco). *El Volante Migratorio* N° 17: 16-32.
- Sánchez, M., J. C. Castilla y O. Mena. 1982. Variaciones verano- invierno de la macroinfauna de arena en playa Morrillos (Norte Chico, Chile). *St. Neo. Fauna Env.* 17: 31-49.
- Siegel, S. 1970. Diseño experimental no paramétrico. Aplicado a las ciencias de la conducta. Editorial F. Trillas S. A. México. 346 páginas.
- Spearpoint, J. A., B. Every y L. G. Underhill. 1988. Waders (Charadrii) and other shorebirds at Cape Recife, Algoa Bay, South Africa: seasonality, trends, conservation and reliability of surveys. *Ostrich* 59: 166-177.
- Stephens D. W. y J. R. Krebs. 1986. *Foraging Theory*. Princeton University Press. N Jersey. 247 pág.
- Tabilo, E., M. Sallaberry, L. Espinoza y J. P. Myers. 1987. La bahía de Coquimbo, un problema de conservación. *El volante migratorio* N° 8: 25-29. Terrill, S. B. Food availability, migratory behavior and population dynamics of terrestrial birds during the nonreproductive season. En: *Avian foraging: theory, methodology and applications*. M.L. Morrison, C.J. Ralph, J. Verner y J.R. Jehl, Jr. (Eds). *Stud. Avian Biol.* N° 13: 438-443.

- Trevallion, A., A. Ansell, P. Sivadas y B. Narayanan. 1970. A preliminary account of two sandy beaches in South West India. *Mar. Biol.* 6: 268-279.
- Van Dijk, A. J., F. E. De Roder, E. C. L. Marteijs y H. Spiekman. 1990. Summering waders on the Banc D'Arguin, Mauritania: a census in June 1988. *Ardea* 78 (1):145-156.
- Walters, J. R. 1984. Winter densities of Sanderling in coastal North Carolina. *Wader Study Group* 40: 27-29.
- Wilson, W. H. 1990. Relationship between prey abundance and foraging site selection by Semipalmated Sandpiper on a bay of Fundy Mudflat. *J. Field Ornithol.* 61 (1): 9 - 19.
- Zwarts, L. and P. Esselink. 1989. Versality of male Curlews Numenius arquata preying upon Nereis diversicolor: deploying contrasting capture modes dependent on prey availability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56: 255-269.
- Zwart, L. y J. H. Wanink. 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Netherland J. Sea Res.* 31 (4): 441-476.