

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE  
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

RELACIONES DEL CANGREJO EMITANO *PAGURUS*  
*SAMUELI* CON LAS CONCHAS QUE  
UTILIZA COMO PROTECCION

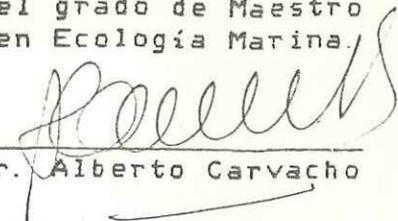
TESIS  
MAESTRIA EN CIENCIAS

Faustino Camarena Rosales



Resumen de la tesis de Faustino Camarena Rosales, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Oceanografía con opción en Ecología Marina, Ensenada, Baja California, México.

Aprobado por

  
Dr. Alberto Carvacho

Relaciones del cangrejo ermitaño  
Pagurus samuelis, con las conchas  
que utilizan como protección.

En playas rocosas de la Bahía de Todos Santos, B.C., se encuentra abundantemente Pagurus samuelis asociado con conchas vacías de caracoles marinos.

Buscando establecer la relación del ermitaño con las conchas que utilizan como protección, se diseñó una primera fase con trabajo de campo y una segunda con experimentos bajo condiciones controladas.

En la fase I, después de realizar 3 muestreos durante 1983 en Punta San Miguel (del 2 de Febrero al 25 de Marzo) y 4 en Punta Morro (del 25 de Abril al 14 de Julio), se observó un fuerte impacto por marejadas presentadas antes del primer y tercer muestreo. Estadísticamente hubo semejanza entre el primer y tercer muestreo y también entre los tres últimos. Se colectaron 38 especies de conchas ocupadas por los ermitaños, predominando notablemente Tequila eiseni utilizada por organismos grandes, y en menor cantidad los géneros Littorina y Lacuna habitadas por paguros pequeños.

En base a análisis discriminantes, las especies de conchas se agruparon en tres formas: turbante, cónica y alargada, siendo más frecuente la primera.

Con análisis de correlación de las medidas de los cangrejos y las conchas, se obtuvieron mayores coeficientes en las relaciones del ancho y largo de la quela derecha con las medidas de la abertura de la concha, probablemente explicado por el mecanismo de cerrar la abertura de la concha con la quela derecha.

Se realizaron dos colectas verticales en un transecto de 25 m, con cuadrantes de 25 cm cuadrado. Especímenes vivos de Tequila eiseni fueron encontrados especialmente hacia la zona mesolitoral inferior y media, acorde a los límites inferiores de la distribución de P. samuelis, por lo que es probable

que las conchas vacías sean transportadas hacia la zona mesolitoral superior por estos organismos.

En la fase II, se experimentó en los ermitaños con el crecimiento, depredación, competencia intraespecífica, preferencia por conchas y protección contra la desecación.

Sobre crecimiento se realizaron 4 tratamientos: ermitaños con 1 y 3 conchas ocupables cangrejos desnudos con 1 no ocupable y, finalmente, sin conchas, observándose diferencias entre los tratamientos, notables especialmente entre los cangrejos con concha y los desnudos. La ausencia de concha redujo el número de ciclos de intermuda hasta que se interrumpieron totalmente. El crecimiento fué muy variable. Los cangrejos que tenían conchas alternativas, en contra de lo que se esperaba, cambiaron de concha un número variable de veces.

En depredación, la concha protege al ermitaño contra el cangrejo Pachygrapsus crassipes, y los peces Girella nigricans e Hypsoblenius gilberti, animales que consumen cangrejos desnudos. Octopus sp., es un depredador activo que no seleccionó forma de concha, especie ni sexo de paguro. La anémona Anthopleura elegantissima, en condiciones artificiales, también es un depredador activo.

La competencia intraespecífica, provocada al poner a dos cangrejos desnudos en presencia de una concha vacía, mostró la dominancia de algunos individuos, que impiden el acceso de su rival al recurso limitante (concha).

Dejando que los ermitaños seleccionen la concha vacía, se evidenció la preferencia por I. eiseni sobre otras especies de conchas, tanto al dejar a los cangrejos en grupo como estando aislados individualmente.

Por último al dejar a los cangrejos individualmente, bajo los rayos del sol, fueron protegidos más eficientemente por I. eiseni, que por otras especies.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y  
DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA.

DIVISION DE OCEANOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE EC. MARINA

Relaciones del Cangrejo ermitaño  
*Pagurus samuelis*, con las conchas  
que utiliza como protección.

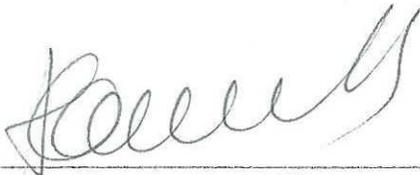
Tesis que para obtener el  
grado de Maestro en Ciencias  
presenta:

FAUSTINO CAMARENA ROSALES.

Ensenada, B.C.

Julio 1985

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



Dr. Alberto Carvacho Bravo, Director del Comité



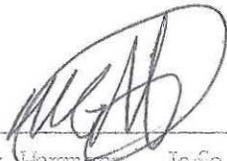
Dr. Alejandro Chagoya Guzmán, Miembro del Comité



M.C. Anamaria Escofet Giansone, Miembro del Comité



M.C. José de Jesús Paniagua Michel, Miembro del Comité



M.C. Gregory Harman, Jefe del Departamento de Ecología Marina



Dr. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología



M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Director Académico Interino

Tesis presentada en Julio 5, 1985

"In hermit crabs, ... the behavior associated with the use of shells is the major behavioral adaptation enabling them to exploit so successfully the intertidal environment"

Reese, 1969.

A mis padres

A mi esposa

## AGRADECIMIENTOS.

Al Dr. Alberto Carvacho, que me dió formación en la Carcinología, también por su dirección, apoyo y acertados consejos.

Al Dr. Fernando Buckle, quien me mostró el campo de la Acuicultura, y sin cuya valiosa asesoría y ayuda no hubiese sido posible efectuar los experimentos bajo condiciones controladas.

Al Dr. Alejandro Chagoya, por su especial asesoría en los análisis estadísticos.

A M.C. Ana María Escofet, que además de impulsarme me brindó su asesoría.

A M.C. Jesús Paniagua, por su importante revisión constructiva al manuscrito.

A José Campoy, por contribuir en la realización de los dibujos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que me brindó la beca para los estudios de Maestría.

• A todos aquellos que aportaron parte de sus conocimientos y tiempo para hacer este estudio.

Y especialmente a mi esposa Blanca Navarro, que me impulsó y permitió dedicar tiempo para realizar el trabajo.

## I. N. D. I. C. E

	página
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
III. MATERIALES Y METODOS	6
III. 1 Fase I (Trabajo de Campo)	6
3 1 1 Descripción de las zonas	7
III. 1.1.1 Punta San Miguel	9
III. 1.1.2 Punta Morro	13
III. 1.2 Obtención de datos	15
III. 1.3 Comparación de Muestras	19
III. 1.4 Conchas ocupadas	19
III. 1.5 Forma de la concha	20
III. 1.6 Análisis de correlación	22
III. 1.7 Colecta vertical	22
III. 2 Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas)	23
III. 2.1 Juego Experimental I (Crecimiento)	23
III. 2.1.1 Sistema de cultivo	25
III. 2.1.2 Conchas utilizadas	26
III. 2.1.3 Ciclos de intermuda	28
III. 2.1.4 Crecimiento	28
III. 2.1.5 Sobrevivencia	29
III. 2.1.6 Cambios de conchas	29
III. 2.2 Juego Experimental II (Depredación)	29
III. 2.2.1 Identificación del depredador	30
III. 2.2.2 Selectividad por la concha	34
III. 2.2.3 Selectividad por el sexo	36
III. 2.2.4 Selectividad por la especie de Pagurus	37
III. 2.2.5 Experimentos con Anthopleura elegantissima	38
III. 2.3 Juego Experimental III (Competencia intraespecifica)	39
III. 2.4 Juego experimental IV (preferencia por conchas)	41
III. 2.5 Juego experimental V (Protección contra la desecación)	44
IV. RESULTADOS	46
IV. 1 Fase I (Trabajo de campo)	46
IV. 1.1 Muestreo	46
IV. 1.2 Comparación de los muestreos	48
IV. 1.3 Distribución de sexos	51

continuación índice

	página
IV. 1.4 Conchas Ocupadas	53
IV. 1.5 Forma de las conchas	58
IV. 1.6 Proporciones por formas	62
IV. 1.7 Análisis de correlación	63
IV. 1.8 Colecta vertical	65
IV. 2 Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas)	68
IV. 2.1 Juego Experimental I (crecimiento)	68
IV. 2.1.1 Ciclos de intermuda	71
IV. 2.1.2 Crecimiento	72
IV. 2.1.3 Sobrevivencia	74
IV. 2.1.4 Cambios de conchas	75
IV. 2.2 Juego experimental II (Depredación)	77
IV. 2.2.1 Grupo experimental 1 (identificación del depredador)	77
IV. 2.2.2 Grupo experimental 2 (Selectividad por la concha)	80
IV. 2.2.3 Grupo experimental 3 (Selectividad por el sexo del cangrejo)	81
IV. 2.2.4 Grupo experimental 4 (Selectividad por la especie de cangrejo)	83
IV. 2.2.5 Anthopleura elegantissima	84
IV. 2.3 Juego experimental III (Competencia intraespecifica)	86
IV. 2.4 Juego experimental IV (Preferencias por conchas)	89
IV. 2.5 Juego experimental V (Protección contra la desecación)	92
V. DISCUSION	97
V. 1 Fase I (Trabajo de Campo)	97
V. 2 Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas)	113
V. 2.1 Juego experimental I (crecimiento)	113
V. 2.2 Juego experimental II (Depredación)	121
V. 2.3 Juego Experimental III (competencia intraespecifica)	124
V. 2.4 Juego experimental IV (preferencia por conchas)	127
V. 2.5 Juego experimental V (protección contra la desecación)	129
VI. CONCLUSIONES	131
VII. LITERATURA CITADA	134

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Localización de la Bahía de Todos Santos, B.C. A. Playa rocosa de San Miguel; B. Punta Morro	8
2. Vista de planta de la distribución de cuadrantes en Punta San Miguel	10
3. Vista de planta de la poza de mareas en la playa rocosa de Punta Morro	14
4. <i>Pagurus samuelis</i> , en el que se muestran las medidas tomadas	16
5. <i>Tegula eiseni</i> , donde se muestran las medidas tomadas en las conchas	17
6. Sistema de cultivo utilizado en el experimento de crecimiento	25
7. Sistema de cultivo utilizado en el experimento de selectividad de la concha por el depredador	35
8. Sistema de cultivo utilizado para determinar la preferencia de conchas por cangrejos solitarios	43
9. Densidades de cangrejos, por sexo, para cada uno de los muestreos	52

continuación lista de figuras

10. Mapa territorial de las dos primeras funciones discriminantes para conocer a la especie en función de sus medidas 59
11. Forma turbante (a) representada por *Tegula gallina*; la cónica (b) con *Acanthina paucilirata* y la alargada (c) con *Opalis funiculata* 60
12. Promedios de duración de los ciclos de intermuda 73
13. Mortalidad de los cangrejos en el experimento de crecimiento 118

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis de las medidas de los ermitaños	48
II. Media y Desviación estandar del largo y ancho del cefalotórax de <i>Pagurus samuelis</i>	50
III. Distribución de las especies de conchas ocupadas por los ermitaños en los diferentes muestreos	54
IV. Indices de diversidad, equitabilidad y riqueza de especies de conchas utilizadas por <i>Pagurus samuelis</i>	57
V. Abundancias y medidas de los cangrejos por formas	62
VI. Correlaciones de los cangrejos con las conchas, por muestreo y forma	64
VII. Número de ejemplares capturados en los muestreos verticales	66
VIII. Resultados del experimento de crecimiento	70
IX. Cambios de conchas en los cangrejos del experimento de crecimiento	76

continuación lista de tablas

X.	Número de cangrejos sobrevivientes en dos días consecutivos sometidos a la depredación de <u>Octopus</u> sp., comparando la protección de 3 especies de conchas	82
XI.	Cangrejos sobrevivientes en dos días consecutivos, sometidos a la depredación de <u>Octopus</u> sp., comparando el ataque a hembras y a machos	82
XII.	Cangrejos sobrevivientes, sometidos a la depredación de <u>Octopus</u> sp., en dos días consecutivos, comparando el ataque a <u>Pagurus samuelis</u> y <u>P. hirsutiussculus</u>	83
XIII.	Resultados de las competencias considerando los triunfos y derrotas (A); y la linealidad de la dominancia (B)	88
XIV.	Porcentajes de conchas ocupadas en el experimento de selección de la concha	91
XV.	Resistencia a la desecación de machos	93
XVI.	Resistencia a la desecación de hembras	94
XVII.	Coefficientes de correlación con las especies de conchas más frecuentes	110

## I. INTRODUCCION.

En el oeste de Norteamérica, uno de los grupos mayores de la fauna de cangrejos reptantes lo constituyen los Paguridea. Dentro de éstos, las familias más representadas son Diogenidae, Parapaguridae y Paguridae (McLaughlin, 1974).

Los Paguridae son conocidos en general como cangrejos ermitaños por habitar en el interior de conchas vacías de caracoles marinos.

En los adultos, el abdomen o pleón está bien desarrollado, asimétrico, curvado a la derecha, bananiforme y relativamente blando, por lo que es necesario un mecanismo que garantice la protección adecuada de esta región contra los depredadores (Resse, 1969). Esto lo logran introduciendo el abdomen y parte del tórax en una concha vacía de caracol. También pueden ocupar esponjas, conchas de escafópodos, trozos de bambú y tubos de organismos sésiles, teniendo los cangrejos adaptaciones especiales en cada caso (Caine, 1980).

La parte anterior del cuerpo posee una cubierta dura. En *Pagurus*, la quela derecha, que es de mayor tamaño que la izquierda, es empleada para cerrar la entrada de la concha. Los dos pares de patas siguientes a las quelas, son

pediformes con función ambulacral.

Para sujetarse continuamente a la concha, han desarrollado una serie de cambios morfológicos: los urópodos en forma de gancho o uña y un número de pleopodos menor al que se encuentra en un decápodo típico, presentes sólo en el lado izquierdo.

Tienen un ciclo de vida muy flexible (Bertness, 1981d), en el que generalmente la primera relación con las conchas vacías se presenta en el estado postlarval, conocido como glaucotoe.

Las conchas son parte esencial de la conducta sexual de muchas especies (Abrams, 1980; Fotheringham, 1980), y de la reproducción (Fotheringham, 1976b; Bertness, 1981f), habiendo diferencias en la producción de huevos según el tamaño de ésta (Childress, 1972). El volumen interno y el peso de la concha puede alterar la tasa reproductiva (Fotheringham, 1976a).

A raíz de estas características morfológicas y fisiológicas en algunos Paguros se observa una clara tendencia a utilizar determinadas especies de conchas como protección (Mitchell, 1975).

## II. ANTECEDENTES.

Los cangrejos ermitaños, por sus hábitos y su fácil manejo, han sido ampliamente estudiados en lo que se refiere a la relación que tienen con la concha.

La concha le sirve a los ermitaños como protección del medio ambiente (Taylor, 1981 y Bertness, 1981e), de la desecación (Young, 1978) y ayuda a que la hembra proteja más eficientemente a los huevos (Fotheringham, 1976c).

Cuantificaciones realizadas en las especies de conchas usadas por los ermitaños (Wilber and Herrnkind, 1982), revelan que las especies simpátricas pueden utilizar conchas similares (Grant and Ulmer, 1974; Vance, 1972).

Las conchas pueden influir en el crecimiento (Fotheringham, 1976b; Bertness, 1981d), por lo que requieren cambiarlas, llegando a ocupar conchas grandes cuando es intensa la depredación (Kellog, 1976). Hay cangrejos que ocupan conchas demasiado pequeñas o de formas no preferidas (Bach, *et. al.*, 1976; Abrams, 1980), lo que puede provocar sean más susceptibles a la depredación (Vance, 1972a) y reduzcan la fertilidad (Childress, 1972).

Un recurso limitante (Vance, 1972a) que afecta al tamaño de la población de cangrejos (Spight, 1977), es la escasez de conchas vacías en sus habitats (Hazlett, 1970b; Reese, 1969), provocada por estar las conchas ocupadas por caracoles vivos (Rutherford, 1977, indica una excepción). o bien deterioradas (Kellog, 1976), lo que crea una competencia por las mismas (Hazlett, 1970a; Bertness, 1981c).

La competencia en este caso puede estar influenciada por la calidad de las conchas, la distribución espacial de los ermitaños (Bertness, 1981a), y por la agresividad de los organismos (Hazlett, 1968). Abrams (1980), menciona que es mayor la competencia intraespecífica que la interespecífica.

Estos cangrejos pueden evitar la competencia, repartiéndose las conchas (Hazlett, 1978).

Los ermitaños prefieren y reconocen ciertas especies de conchas sobre otras (Elwood *et. al.*, 1979; Rutherford, 1977), influyendo algunos factores en la selección (Scully, 1979), como: simbiontes (Conover, 1976; Ross, 1971), número y disponibilidad de conchas (Spight, 1977), arquitectura (Vance, 1972b), peso (Reese, 1962), volumen (Conover, 1978b; Bertness, 1980a) y presiones selectivas propias de cada especie (Bertness, 1981b). Se han encontrado también algunos aspectos de conducta (Reese, 1963; Hazlett, 1972).

La utilización de conchas y el habitat, pueden ser resultado de una compleja interacción entre depredación, rigor físico y presiones de competencia entre cangrejos (Bertness, 1981e).

En lo que se refiere a *Pagurus samuelis*, se ha estudiado su taxonomía (McLaughlin, 1974 y 1976), desarrollo larvario (Coffin, 1960; McMillan, 1972), cultivo en laboratorio (Coffin, 1954), distribución y utilización de las conchas en su medio (Bollay, 1964; Orians and King, 1964 y Reese, 1962, 1963 y 1969). También se ha observado que ocupa preferentemente conchas de *Tegula funebris* (Bollay, 1964).

Aparentemente no existe ningún estudio de esta especie en la Bahía de todos Santos o en zonas cercanas, aunque se encuentra incluida en un reporte de especies de la zona (Secretaría de Marina, 1974).

El objetivo del presente trabajo es el estudiar algunas de las relaciones de *Pagurus samuelis* con las conchas que utiliza como protección, en dos playas rocosas de la Bahía de Todos Santos, B.C.

### III. MATERIALES Y METODOS.

En la Bahía de Todos Santos se encuentran varias playas rocosas, como las de San Miguel y las de Punta Morro, en las que en el mesolitoral se localizan cangrejos ermitaños *Pagurus samuelis*, que se encuentran ocupando conchas vacías de *Tegula eiseni* y *T. funebris* principalmente. La abundancia y accesibilidad de estos organismos los hacen adecuados como material de trabajo.

El presente estudio, se dividió en dos fases que se realizaron paralelamente: Fase I, de campo con observaciones en poblaciones naturales y Fase II, experimentaciones en laboratorio bajo condiciones controladas.

#### III.1. Fase I (Trabajo de Campo).

Se realizaron siete muestreos durante seis meses, desde el 1 de Febrero hasta el 14 de Julio de 1983, eligiéndose días con mareas especialmente bajas entre los meses de Enero y Julio de 1983.

Los tres primeros (1 y 25 de Febrero y 25 de Marzo), se

llevaron a cabo en una playa rocosa ubicada a unos 500 m al norte del señalamiento de Punta San Miguel, a esta playa se le llamó Punta San Miguel.

Debido a que el sistema fue perturbado, se cambió el lugar de colecta por otro en que las condiciones fuesen similares a las que existían en Punta San Miguel en el primer muestreo (es decir, presencia de algas y de rocas) y que fuese accesible.

Los cuatro muestreos restantes (25 de Abril, 18 de Mayo, 15 de Junio y 14 de Julio) se realizaron en una playa rocosa ubicada a unos 300 m al Norte de Punta Morro, nombre que se le dio a esta playa.

### III.1.1 Descripción de las zonas.

Los muestreos se llevaron a cabo en playas de la Bahía de Todos Santos (latitud  $31^{\circ} 55'$  N a  $31^{\circ} 43'$  N y longitud  $116^{\circ} 45'$  W a  $116^{\circ} 37'$  W) ( figura 1 ). La Bahía de Todos Santos es somera, con aproximadamente el 80% de su área con profundidades menores de 50 m.

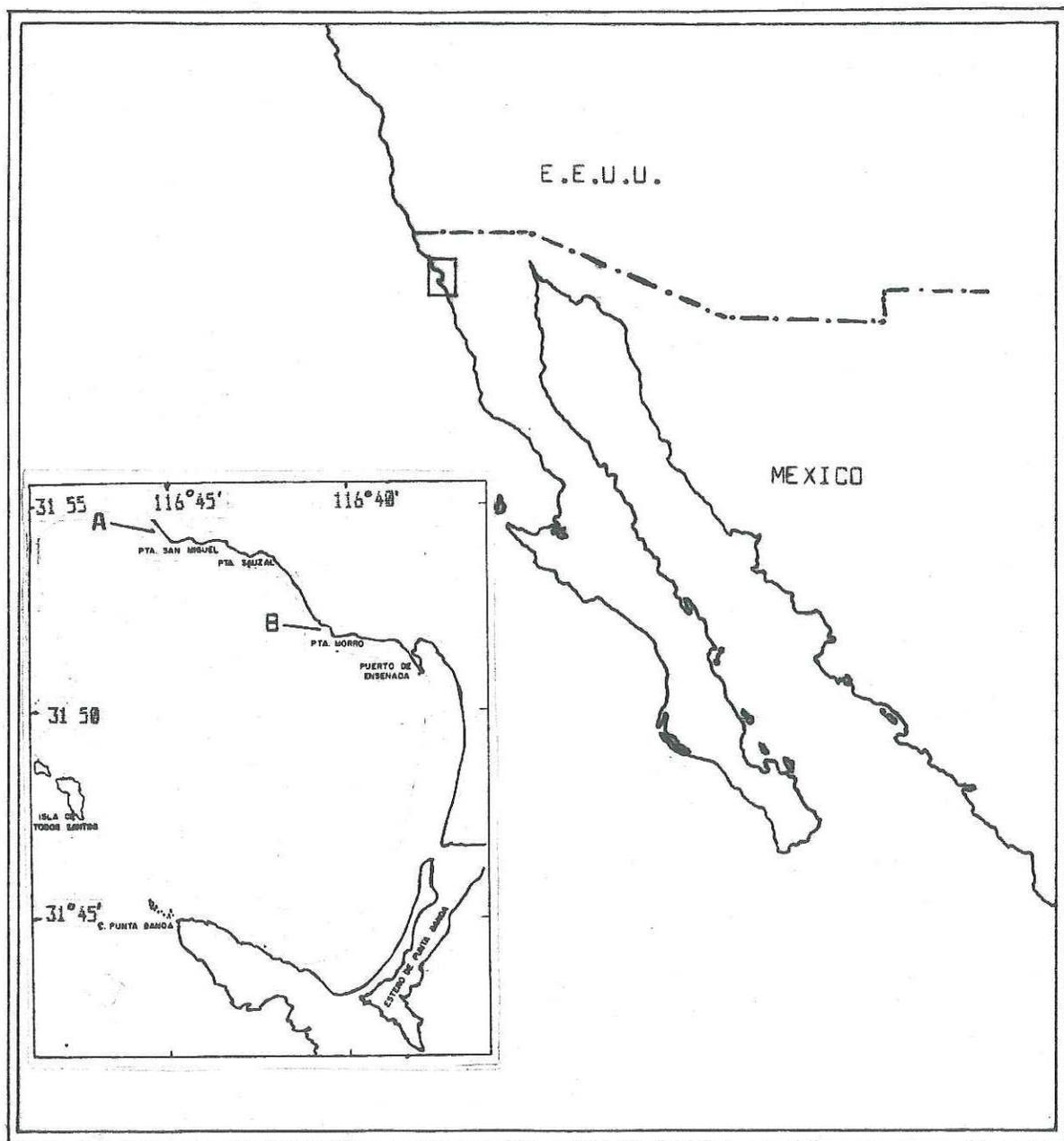


Figura 1. Localización de la Bahía de Todos Santos, B.C. A. Playa rocosa de San Miguel; b. Punta Morro.

Presenta dos entradas bien diferenciadas, cuya división la constituyen dos pequeñas islas. La entrada NW, de 12 Km de ancho, presenta profundidades de 50 m. y algunos bajos de seis metros a la mitad de la sección. La entrada SW, de 6 Km, presenta un perfil de fondo con pendiente pronunciada y en la parte central con profundidades de 400 m (Secretaría de Marina, 1974).

#### III.1.1.1 Punta San Miguel.

Se encuentra en el extremo norte de la Bahía (aproximadamente a  $31^{\circ} 55'$  latitud Norte y a  $116^{\circ} 46'$  longitud Oeste).

Es una playa rocosa, en que sus componentes (rocas) varían desde aproximadamente un centímetro hasta unos dos metros de diámetro, abundando especialmente las de unos 30 cm.

La elección de esta zona se llevó a cabo en un estudio realizado entre el 10 de Febrero y el 24 de Marzo de 1982, donde se consideró que reunía condiciones adecuadas para el trabajo, después de compararla con playas rocosas cercanas. En esas fechas



Entre las conclusiones obtenidas en el estudio preliminar, se reconoció a la zona mesolitoral media de Punta San Miguel como la de mayor densidad de cangrejos. En base a esto, se muestreó en la zona mesolitoral media de Punta San Miguel, en los mismos tres cuadrantes con los que se trabajó anteriormente. El área de los tres cuadrantes fue muy similar en sus características fisiográficas.

En el cuadrante uno, ubicado al norte, hubo una gran cantidad de rocas pequeñas; en su parte central, dos rocas de unos 20 cm de diámetro, estando limitada por tres rocas de más de 60 cm de diámetro, que ocupaban aproximadamente un 5% del área total del cuadrante.

Cerca del 75% del área formaba una poza de marea, con profundidad cercana a 10 cm.

Los paguros sólo se encontraron dentro de la poza, principalmente en los márgenes de las rocas y muy pocos bajo las rocas y en las áreas expuestas.

El cuadrante dos o central, estaba semiprotegido por grandes rocas, y la profundidad al nivel de marea de 0.0 m, era de unos 10 a 15 cm.

El tercer cuadrante, ubicado al sur, se encontraba protegido por rocas de gran tamaño. A diferencia del anterior, en la parte central la profundidad oscilaba entre 30 y 40 cm.

En los dos primeros muestreos, del mes de Febrero de 1983, en la zona mesolitoral existía una gran variedad de especies, entre ellas algas, principalmente en la zona mesolitoral media e inferior.

En Marzo de 1983 se observaron grandes marejadas que provocaron una fuerte perturbación en el sistema, con evidencias marcadas de que el oleaje movió a las rocas de la zona. Posteriormente no se encontraron algas fijas al fondo, aunque restos de éstas aparecieron en una playa, aproximadamente 50 m al Sur del cuadrante tres, en donde el piso era de arena y piedras de unos 0.5 cm de diámetro. El tercer muestreo fué realizado en estas condiciones.

Después de la marejada, la fisonomía del lugar se alteró notablemente, por lo que fué necesario cambiar de zona de muestreo.

### III.1.1.2 Punta Morro.

Posterior a las perturbaciones se ubicó una segunda área de muestreo. Se determinó esta zona en base a una prospección realizada el 2 de Abril, en la cual se compararon varias playas rocosas de la Bahía de Todos Santos y se observó que Punta Morro era una playa accesible. Aparentemente las condiciones fisiográficas eran similares a las observadas en el primer muestreo en Punta San Miguel, aunque la pendiente de la playa era menos pronunciada. Una gran ventaja en esta zona fue la existencia de pozas de marea.

El área de muestreo, en el caso de Punta Morro, no fue limitada con un marco como en San Miguel, sino que se localizó una poza que tuviese un área aproximada de un metro cuadrado y en ella se realizaron las colectas.

Debido a que en el primer muestreo de esta playa se colectó un mayor número de organismos que los obtenidos en los tres cuadrantes de Punta San Miguel, se trabajó sólo en una poza.

La poza de mareas tiene forma de "U" (figura 3) y zonas de rocas de diferentes tamaños claramente

diferenciadas. La parte oeste de la poza, hacia el infralitoral (extremo izquierdo de la "U"), tiene rocas de 5 a 10 cm, encontrándose básicamente cangrejos grandes (con tamaños superiores a 3.5 mm). El extremo Este (extremo derecho de la "U"), está limitado por una roca de mas de 0.5 m de diámetro, con un piso rocoso en cuneta y unos 30 cm de profundidad. En el extremo sur las rocas tienen generalmente un diámetro menor de 4 cm, aquí se encontraron los ermitaños más pequeños.

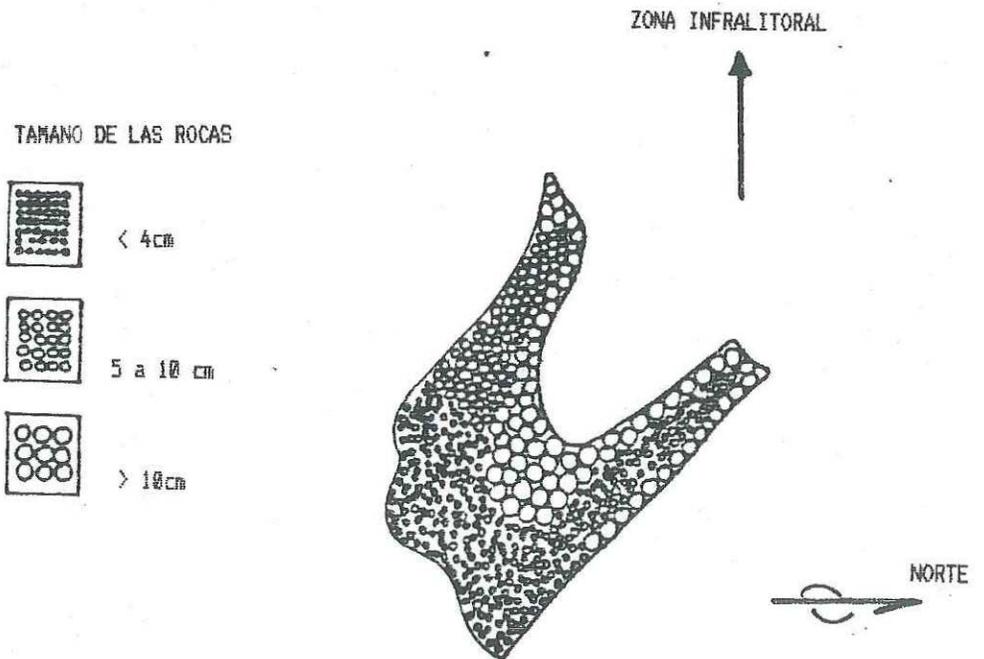


FIGURA 3. VISTA DE PLANTA DE LA POZA DE MAREAS EN LA PLAYA ROCOSA DE PUNTA MORRO. AQUI SE EFECTUARON DEL CUARTO AL SEPTIMO MUESTREO ( DEL 25 DE ABRIL AL 14 DE JUNIO DE 1983).

Durante los cuatro muestreos realizados en esa zona las características descritas se mantuvieron constantes.

### III.1.2 Obtención de datos.

En cada muestreo se colectaron todos los paguros presentes en los cuadrantes y en la poza, llevándose al laboratorio para ser contados, identificados, medidos y determinado el sexo.

Las medidas tomadas en los cangrejos durante los tres primeros muestreos, luego de determinar el sexo, fueron: largo y ancho del cefalotórax (figura 4).

En la concha se midió: alto y ancho máximo, también máximo y mínimo diámetro de la abertura e índice de abertura (figura 5). Otras características consideradas fueron especie y forma de la concha.

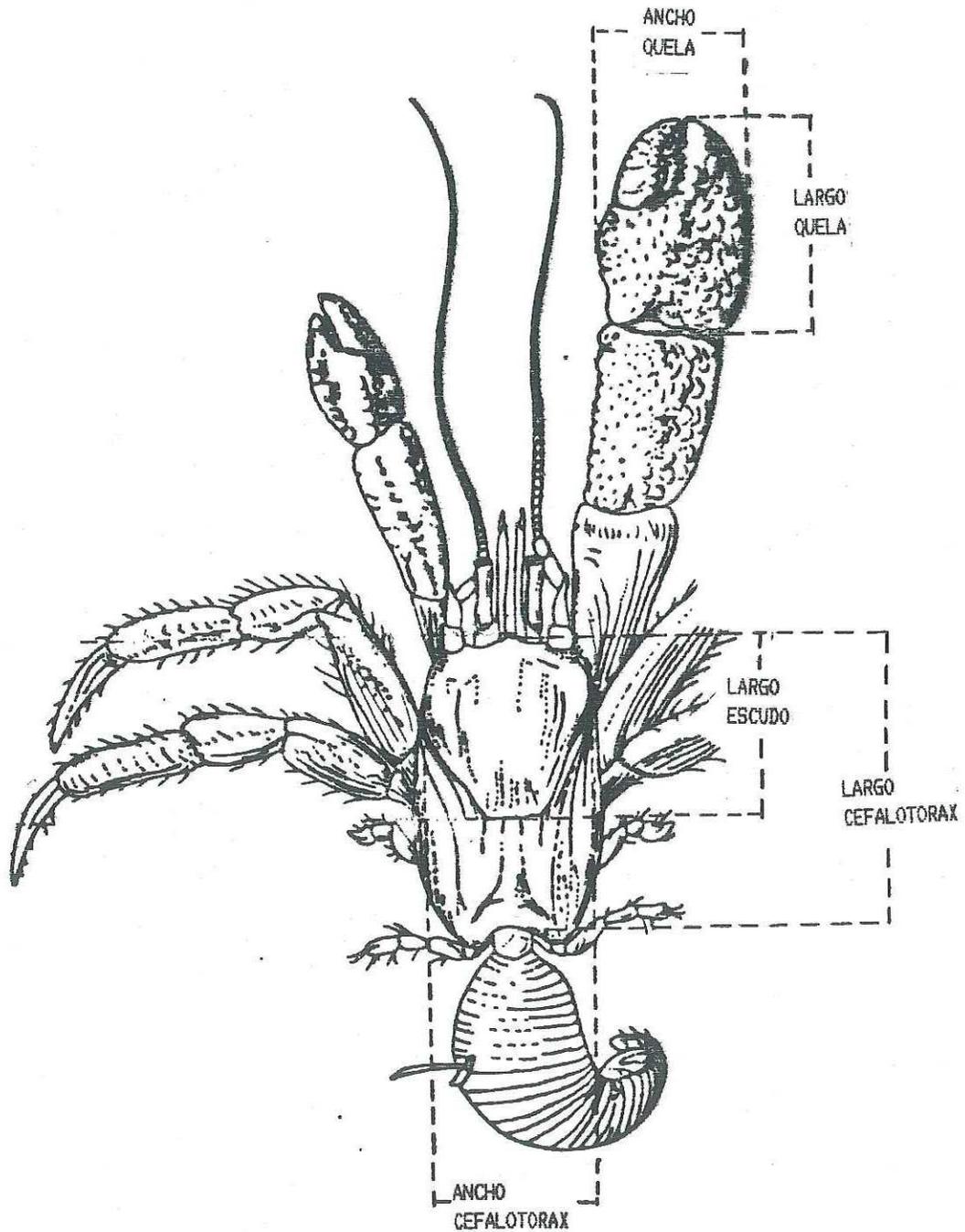


FIGURA 4. Pagurus samuelis, EN EL QUE SE MUESTRAN LAS MEDIDAS TOMADAS.

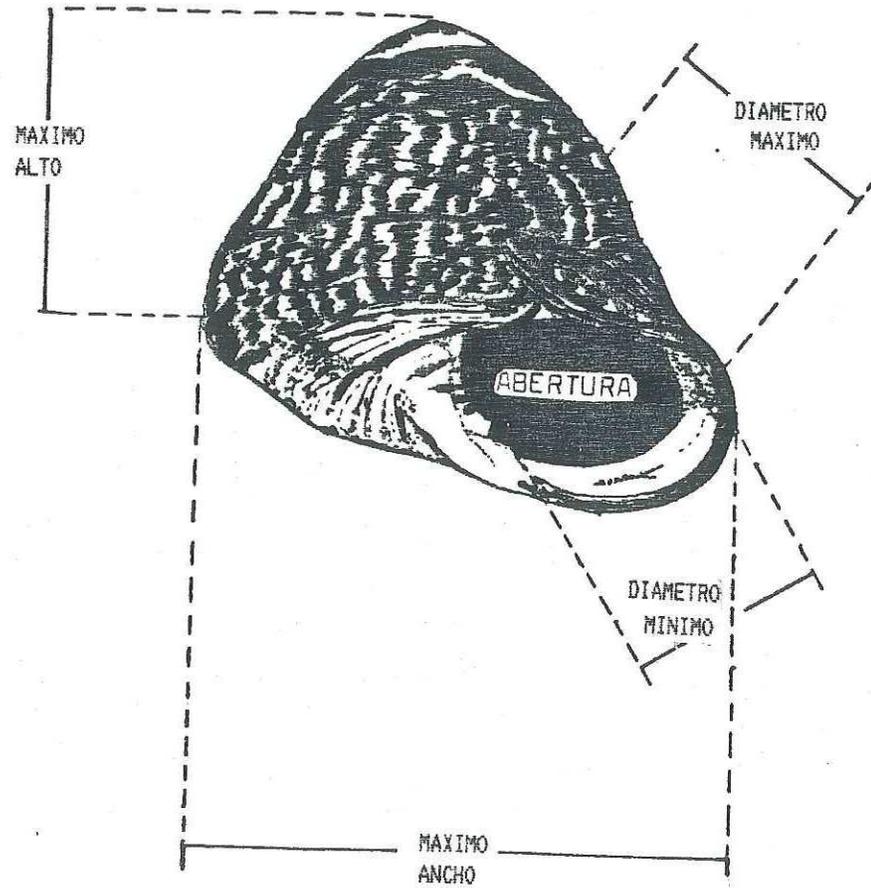


FIGURA 5. *Tegula eiseni*, DONDE SE MUESTRAN LAS MEDIDAS CONSIDERADAS EN LAS CONCHAS.

A partir de la cuarta colecta también se consideraron, en el ermitaño: largo del escudo dorsal, largo y ancho del quelipodo derecho, peso húmedo y peso seco estandarizado. En la concha también se tomó el peso húmedo y el peso seco. Los pesos se midieron con una balanza analítica .

En la toma de las medidas del cangrejo se utilizó un microscopio estereoscópico con ocular micrométrico graduado al 0.1 mm mas cercano. Las medidas de las conchas, tomadas con un vernier al 0.5 mm y los pesos al 0.001 gr mas cercano.

Para obtener el peso seco se realizó una estandarización, pesándose 20 cangrejos y las conchas que ocupaban. Posteriormente se introdujeron a una estufa secadora a 65 C, para pesarse luego de 3, 6, 9, 12, 20 y 48 horas. Se encontró que a partir de las 6 horas el peso de los cangrejos se mantuvo estable hasta las 48 horas, y en el caso de las conchas, a partir de las 3 horas. Se consideró que estos son los tiempos mínimos para obtener el peso seco estandarizado. En el presente trabajo, se dejó a los cangrejos en la estufa secadora de 6 a 12 hrs.

### III.1.3 Comparación de Muestreos.

Considerando que estaban altamente correlacionados el largo con el ancho del cefalotórax de los ermitaños, se tomó al largo para comparar los muestreos y se realizaron análisis de varianza de una vía, y prueba de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, 1979). Se optó por el enfoque no paramétrico, debido a que no se encontró normalidad en los datos.

### III.1.4 Conchas ocupadas.

Se identificaron las conchas ocupadas por los ermitaños en el campo. Se determinó la diversidad de especies de conchas, mediante el índice de Shannon-Wiener (Krebs, 1978).

### III.1.5 Forma de la concha.

Con las conchas ocupadas por los cangrejos ermitaños se realizaron análisis discriminantes, del paquete estadístico para las ciencias sociales (Nie et al, 1973). En éste análisis, de una característica nominal relacionada con un grupo de variables, se establece su relación matemática. El poder discriminante de la relación es analizado sobre los propios datos de entrada, contabilizando el número de casos bien clasificados.

Los resultados son expresados con porcentajes, para cada característica y en total. Se presentan los resultados del análisis en forma gráfica, llamada mapa territorial.

Se efectuaron cuatro análisis discriminantes, con el fin de llegar a reconocer a la concha a partir de las características del cangrejo.

En el primer análisis, la característica que se deseaba reconocer era la especie de la concha, y las variables fueron sus medidas (alto, ancho, diametro máximo y mínimo e índice de abertura).

En el segundo análisis, se tomó como base a los resultados del primero. Se agruparon a las especies de conchas en tres formas (turbante, cónica y alargada), y se les aplicó el análisis discriminante, con la forma como característica, y las medidas de las conchas como variables.

En el tercero, se consideró como variables el largo y ancho del cefalotórax del ermitaño y como característica nominal a la especie de la concha.

Finalmente el cuarto, con el largo y ancho del cefalotórax como variables y la forma de la concha como característica.

También se determinaron las proporciones de conchas correspondientes a cada forma, comparando la distribución de sexos de los ermitaños y además las medidas de los cangrejos para cada forma.

Las medidas de los cangrejos que ocupaban cada forma se compararon con un análisis de varianza paramétrico.

### III.1.6 Análisis de correlación.

Para determinar la relación entre el tamaño del cangrejo y las conchas ocupadas, se realizaron pruebas de correlación de Pearson (Ryan, 1978), para los datos obtenidos en cada uno de los muestreos, en total y separando los datos correspondientes a cada forma de concha (turbante, cónica y alargada).

### III.1.7 Colecta vertical.

Con el fin de tener una aproximación de la distribución vertical de *Pagurus samuelis* y de las conchas, se realizaron colectas verticales, el 15 de Mayo y el 15 de Junio. Las colectas verticales se realizaron en la zona de Punta Morro, en un transecto de 25 m, en estaciones marcadas cada metro con cuadrantes de 25 cm por lado, en línea recta desde la zona supralitoral hasta la infralitoral (estación 1 y 25 respectivamente). En cada cuadrante se colectaron todos los cangrejos y todas las conchas presentes, tanto vacías como con el gasterópodo.

### III.2. Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas).

En el laboratorio de Acuicultura del C.I.C.E.S.E., se realizaron cinco juegos experimentales.

#### III.2.1. Juego Experimental I. (Crecimiento).

Realizado con el objetivo de conocer la relación entre el crecimiento de los cangrejos y la selección de la concha.

Se partió del supuesto de que el cangrejo ermitaño habita en una concha proporcional a su tamaño y conforme crece va necesitando conchas más grandes.

Una segunda suposición que sirvió de base para el diseño del experimento, fue: "los cangrejos sólo van a cambiar de concha en la medida que tengan varias mudas".

A los organismos con los que se trabajó, se les midió el largo y ancho del cefalotórax, largo del escudo dorsal, largo y ancho de la quela derecha, tanto al principio como en cada muda y al finalizar el experimento.

Se dió un plazo de 156 días (del 13 de Abril al 16 de Septiembre), para que los distintos tratamientos considerados surtieran efecto.

Se comparó el desarrollo de los ermitaños con los siguientes tratamientos: (a) cangrejos que sólo disponen de la primera concha que utilizan (cubiertos sin concha alternativa); (b) disponiendo de al menos tres conchas a elegir para su crecimiento (cubiertos y con conchas alternativas); (c) desnudos pero pudiendo tocar mas no ocupar a una concha presente en el acuario a la cual se le bloqueó la abertura para impedir la entrada del animal, y (d) desnudos, sin tener ninguna concha (desnudos sin concha alternativa).

En cada tratamiento se trabajó con veinte organismos, de los cuales se sustituyeron los primeros cinco que murieron, por lo que en total fueron cien cangrejos (veinticinco en cada tratamiento), considerando que no se introdujo ruido en el análisis con este procedimiento, dado que fueron mantenidos el mismo tiempo.

### III.2.1.1 Sistema de cultivo.

Para este experimento se mantuvo a los cangrejos individualmente en frascos de boca ancha de 140 ml, con entrada continua de agua, a través de una manguera de plástico, con un flujo de 0.6-0.8 lts/hr (figura 6), tomando como base al utilizado por Bogghen y Castel (1979).

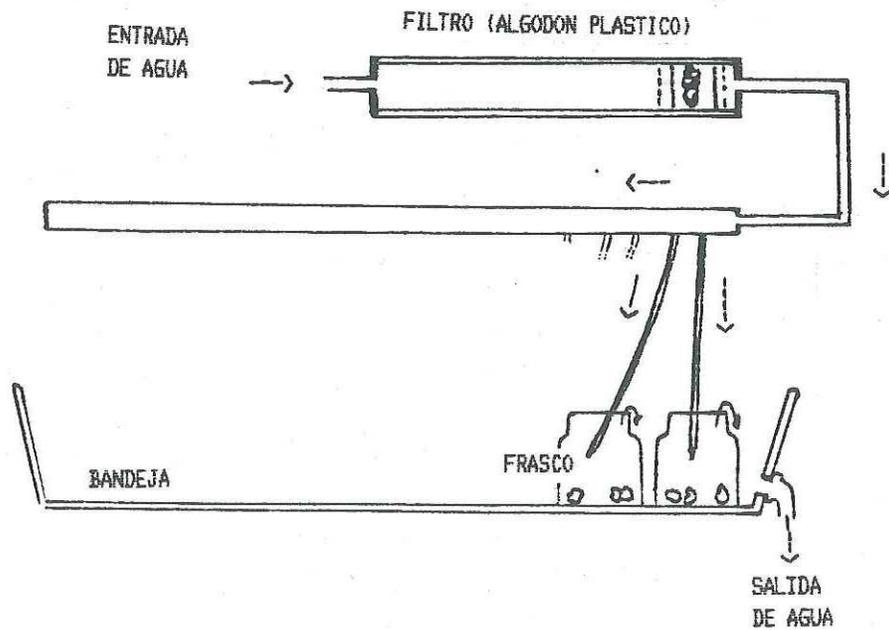


FIGURA 6. SISTEMA DE CULTIVO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO DE CRECIMIENTO. LAS FLECHAS INDICAN EL FLUJO DE AGUA.

Para la alimentación se realizaron pruebas de la aceptación de carne de pescado, carne de cangrejos y alimento comercial para perro marca "Chow-Chow", utilizado por Weis (1982).

Se observó una mayor preferencia por el alimento comercial.

### III.2.1.2 Conchas utilizadas.

En el tratamiento "a" se trabajó todo el experimento con las conchas originales, las cuales fueron de forma alargada: *Lacuna unifasciata*, *Littorina planaxis* y *L. scultulata*, que son las utilizadas en condiciones naturales por los cangrejos de menor tamaño.

En el tratamiento "b", se utilizaron tres conchas de diferentes formas, que se colocaron con cada cangrejo. En la forma turbante se utilizó a *Homalopoma luridum* ó *Tegula eiseni*, en la forma cónica *Amphissa versicolor* y en la forma alargada a *Littorina scultulata* (la cual ocupaban antes del inicio del experimento) ó *Opalia funiculata*.

Para el tratamiento "c" se utilizó *Littorina scultulata* y *Homalopoma luridum*, con la abertura bloqueada por pegamento instantáneo, para evitar su utilización por los cangrejos.

Para determinar el tamaño adecuado de la concha para un cangrejo se consideró una medida subjetiva, en la cual se tomó como tamaño apropiado aquel en que el cangrejo pudiera meter el cuerpo y que la quela derecha quedara en el borde de la abertura de la concha.

Las conchas, en el tratamiento "b", se cambiaban cada vez que no se cumpliera esta condición (la evaluación se realizó con observación directa). En los tratamientos "a" y "c" las conchas siempre fueron las mismas y sólo se cambiaban cuando se cubrían de algas.

Al evaluar los resultados se comparó : A. Ciclos de intermuda (número y duración), B. Crecimiento. Tomándose desde el principio del experimento hasta su final se estudió: A. Supervivencia y B. Cambios de conchas.

### III.2.1.3 Ciclos de intermuda.

Se contabilizó el número de cangrejos que tuvieron al menos un ciclo de intermuda completo, además el número de ciclos de intermuda de cada organismo y el tiempo en días de la duración de cada ciclo. Finalmente se contrastaron los estadísticos de tendencia central, entre los tratamientos.

### III.2.1.4 Crecimiento.

Tomando el largo del cefalotórax como representativo de las medidas del cangrejo se compararon los porcentajes de incremento de esta talla entre los ciclos de intermuda y entre los tratamientos.

#### III.2.1.5 Sobrevivencia.

Comparando el número de días que los cangrejos vivieron en cada tratamiento mediante un análisis de varianza paramétrico simple de cuatro clasificaciones.

#### III.2.1.6 Cambios de conchas.

En el tratamiento "b", en donde los cangrejos tenían la opción de cambiar de concha, se analizaron los resultados de los estadísticos de tendencia central, obtenidos del número de cambios de conchas que se presentaron para cada cangrejo y entre las mudas.

#### III.2.2. Juego Experimental II. (Depredación).

Con el fin de conocer los posibles depredadores que tiene el cangrejo ermitaño en el campo y su eventual efecto en la selección de la concha, se diseñaron cuatro grupos de experimentos: 1. Identificación de un depredador; 2. Selectividad de un depredador por la concha; 3. Selectividad por el sexo del cangrejo y 4.

### • Selectividad por la especie del depredador.

Dentro de los posibles depredadores con los que se trabajó, se encontraba la anémona Anthopleura elegantissima, que a diferencia del resto de las especies tratadas, es sésil. Se realizaron por separado dos experimentos: a. Selección con previa alimentación, b. Selección sin previa alimentación. (En dos grupos, en el primero se dejaron en ayuno tres días antes de darle cangrejos y en el segundo ocho días).

#### III.2.2.1 Identificación del depredador.

Para reconocer a los depredadores, se colocaron individualmente organismos que potencialmente pudiesen comerse a los ermitaños en un acuario de 20 l, con nueve cangrejos ermitaños, por diferentes periodos. Las conchas que utilizaban los cangrejos en todos los casos, fueron de tres especies de gasterópodos diferentes, quedando tres cangrejos por cada especie de concha.

En caso de resultados negativos, es decir, que no se comieran al ermitaño, se procedía a comprobar si era

a causa de la protección de la concha. Para esto se les dió a los posibles depredadores cangrejos desnudos.

Las especies de los posibles depredadores, fueron: El cangrejo *Pachygrapsus crassipes*, los peces *Hypsoblenius gilberti* y *Girella nigricans*, y el pulpo *Octopus* sp., además de la anémona, mencionada anteriormente; todos ellos colectados en las zonas de muestreo de la Fase I, al igual que los cangrejos ermitaños con los que se experimentó.

- *Pachygrapsus crassipes*.

Se colectaron dos *Pachygrapsus crassipes*, en Punta San Miguel, en la zona mesolitoral superior, que medían entre 3.5 y 4.0 cm, de ancho del cefalotórax.

Los cangrejos ermitaños utilizados medían entre 2.5 y 3.5 mm de largo del cefalotórax. Para determinar el tamaño de la concha, se utilizó como criterio que el quelipodo derecho cubriera en el margen la abertura de la concha.

Las conchas ocupadas fueron de *Tegula eiseni*, *Norrisia norrissi* y *Acanthina paucilirata*.

Se realizaron cuatro ensayos (dos con duración de 10 días y los restantes por 30 días), antes de los cuales a los grápsidos se les dió abundante alimento preparado de purina y además trozos de algas. Durante los ensayos no se les alimentó.

- *Hypsoblenius gilberti*.

El pez fué colectado en una poza de mareas de Punta Morro y medía aproximadamente 5 cm.

Los cangrejos ermitaños fueron colectados en la misma zona y median entre 3.0 y 4.0 mm. Las conchas que ocupaban los cangrejos fueron proporcionales al tamaño (es decir, el margen de la boca de la concha era cubierto por el quelipodo derecho), siendo las especies de éstas *Tegula eiseni*, *Opalia funiculata* y *Acanthina paucilirata*.

Se realizaron dos ensayos con cada uno, de 5 días y 10 días respectivamente, antes de los cuales se dió abundante alimento al pez, que, durante el experimento no fué alimentado.

- *Girella nigricans*.

Se capturaron tres peces juveniles en Punta Morro, con los que se realizaron dos ensayos, de 5 y de 10 días. Las conchas, proporcionales al tamaño de los ermitaños fueron de *Tegula eiseni*, *Opalia funiculata* y *Acanthina paucilirata*. Los cangrejos median entre 2.9 y 4 mm.

- *Octopus* sp.

Colectado en Punta Morro a 3 m de profundidad y a unos 30 m de la línea de costa, dentro de una concha de *Astrea nudens*, que se le dejó como refugio en los ensayos realizados.

Como los resultados mostraron al principio de los ensayos que el pulpo comía y atrapaba a los cangrejos, se consideró que era un buen depredador, y, en consecuencia, con él se realizaron los experimentos posteriores.

### III.2.2.2 Selectividad por la concha.

Una vez reconocido el pulpo como depredador, se procedió a tratar de identificar si éste tenía selectividad por una especie de concha.

Se le colocó con nueve ermitaños machos de tamaño similar (de 3.9 a 4.7 mm, del largo del cefalotórax), de los cuales tres ocupaban conchas vacías de *Tegula eiseni*, tres de *Olivella baetica* y los restantes de *Acanthina paucilirata*. Las conchas pesaban de 5.0 a 6.0 gr y el tamaño de los cangrejos era proporcional.

Los organismos se mantuvieron en un acuario de 40 l, con flujo continuo de agua y una salida con sistema de sifón (figura 7).

El experimento se alargó por dos días, tiempo en el cual fueron consumidos todos los ermitaños por el pulpo. Los datos anotados fueron, primer cangrejo atacado y los cangrejos vivos cada 24 hrs; además se hicieron anotaciones de los ataques observados. Este experimento se repitió cinco veces.

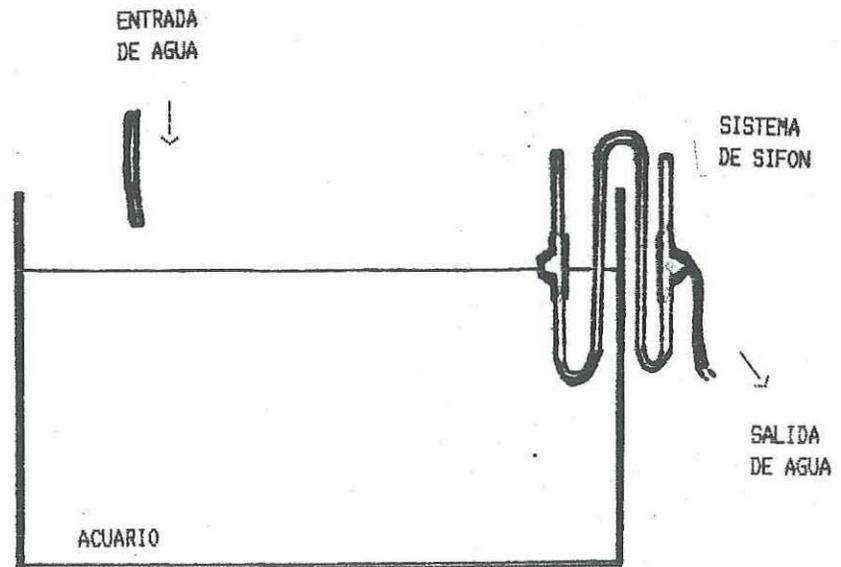


FIGURA 7. SISTEMA DE CULTIVO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO DE SELECTIVIDAD DE LA CONCHA POR EL DEPREDADOR.

Con el fin de comparar los resultados y poder determinar la existencia de alguna preferencia, se aplicó una prueba de Mann-Withney (Sokal y Rohlf, 1975), para los resultados del día uno y del día dos, dado que no se encontró normalidad en los datos.

### . III.2.2.3 Selectividad por el sexo.

Para identificar si existía preferencia hacia algún sexo en particular, en cinco ensayos, se dejó al depredador en presencia de tres cangrejos machos y tres hembras sin huevos en conchas vacías de *Tegula eiseni* de 5 a 6 gr .

Las conchas para cada sexo se marcaron y cuando se observaban conchas vacías en el acuario, se sacaron, para evitar que los cangrejos cambiaran de concha. Se anotaron las características de cada cangrejo.

Se utilizaron paguros de aproximadamente la misma medida (3.6 a 4.8 mm de largo del cefalotórax) y que estuviesen en el estadio "c" de intermuda, éste último determinado en un pleópodo en base a la división de Drach y Tchernigovtzeff (1967).

El experimento duró dos días, anotándose cada 24 hrs el número de sobrevivientes, y el sexo del primer organismo atacado.

Se evaluó si existía preferencia del depredador por un sexo mediante la prueba no paramétrica de

Mann-Withney, aplicado por separado al día uno y al dos.

#### III.2.2.4 Selectividad por la especie de *Pagurus*.

Con el fin de determinar si el depredador prefiere una especie de cangrejo sobre otra, se colocó en un acuario al pulpo con tres *Pagurus samuelis* y tres *P. hirsutiussculus*, que median entre 4 y 5 mm de largo del cefalotórax, y ocupando conchas de *Tegula eiseni* proporcionales a su tamaño, que pesaban de 5.0 a 6.0 gr.

Para las anotaciones se siguió la misma metodología que en el experimento anterior, y para evaluar los resultados se aplicó una prueba de Mann-Withney.

### III.2.2.5 Experimentos con *Anthopleura elegantissima*.

Las anémonas se trataron como un caso especial, ya que no pueden desplazarse rápidamente, ni tienen apéndices tan rápidos como para atrapar a los cangrejos. La elección de este organismo fue motivado por la observación de depredación de ermitaños por parte de anémonas (T. Brand, Comunicación personal).

#### - Selección con previa alimentación.

En un acuario con flujo continuo de agua, se dejaron durante diez días, ocho anémonas colocadas con una distribución homogénea, y nueve cangrejos ermitaños (tres con concha de *T. funebris*, tres en *H. luridum* y tres en *M. lividus*).

#### - Selección sin previa alimentación.

Se trabajó con dos grupos, cada uno de cuatro anémonas, dejándose al primer grupo tres días sin comer y al segundo, ocho días.

Con el grupo uno, se realizó un ensayo con una repetición, en el cual se le daba a la anémona en la

"boca" un cangrejo con concha; si lo rechazaba, se le daba uno desnudo y si nuevamente era rechazado se le daba uno herido. En el ensayo, los cangrejos utilizados ocupaban conchas de *Littorina scultulata*, *Lacuna unifasciata* y dos casos en *Homalopoma luridum*.

Las anémonas, se dejaron tres días sin comer antes de repetirse el experimento. Se utilizaron cangrejos que ocupaban conchas de *Littorina scultulata* y *Homalopoma luridum*.

III.2.3. Juego... Experimental.....III (Competencia intraespecífica).

Para analizar la competencia intraespecífica, se realizó un experimento en el cual cada cangrejo tenía que combatir con cada uno de los demás individuos. En cada enfrentamiento competían dos ermitaños por una concha, como recurso limitante. Se consideró como ganador al primero que ocupara la concha. El ensayo se repitió tres veces para corroborar los resultados.

Los cangrejos se identificaron con letras:

Li, Be, B, C, N, O, Ne y Na; todos ellos de tamaños similares, midiendo entre 3.9 y 4.4 mm, y encontrándose al principio en el estadio "c" del ciclo de intermuda (para determinarlo se les quitó el primer pleópodo).

Durante el experimento, entre cada enfrentamiento los ermitaños se mantuvieron desnudos en acuarios individuales de 500 ml, con alimento disponible y con flujo continuo de agua (0.8 a 1 l/h).

La periodicidad de las competencias se determinó mediante un experimento previo. Se sacaba un ermitaño de su concha y, posteriormente, se colocaba junto a otra concha vacía. En cuanto éste se metía se le volvía a sacar, repitiéndose este procedimiento hasta que el cangrejo no entrara a la concha de nuevo. El tratamiento se realizó con cinco cangrejos, a las 24, 48 y 72 hrs, para tener una idea de la capacidad de retención y usarla como base al determinar la periodicidad de las competencias, que se fijó de 24 hrs. Se aplicó una prueba de Ji-cuadrada en tablas de contingencia, para determinar si los resultados de los combates entre los cangrejos eran significativamente diferentes.

### III.2.4. Juego experimental IV (preferencia por conchas).

Con el fin de determinar si los cangrejos tenían una preferencia por una especie de concha en particular, se realizaron cuatro experimentos (a, b, c y d), en los cuales se dejaron cinco cangrejos machos y después cinco hembras, desnudas, cada una con cinco conchas vacías: *Tegula eiseni*, *Macrop lividus*, *Terebra danai*, *Conus californicus* y un pedazo de concha de *Serpulorbis squamigerus*, este último con forma de turbante, donde uno de sus extremos estaba bien abierto y el otro semicerrado.

Las especies de conchas fueron elegidas considerando que *T. eiseni*, *M. lividus* y *T. danai*, corresponden a las formas típicas de concha turbante, cónica y alargada respectivamente; *C. californicus* y *S. squamigerus*, debido a que fueron observadas pocas veces en el campo habitadas por el ermitaño. Además cuando los cangrejos las ocupaban manifestaban una conducta atípica en muchos movimientos.

Todas las conchas pesaban entre 0.49 y 0.60 gr, y con medidas similares.

- Experimentos a y b (Preferencia con cangrejos

. agrupados).

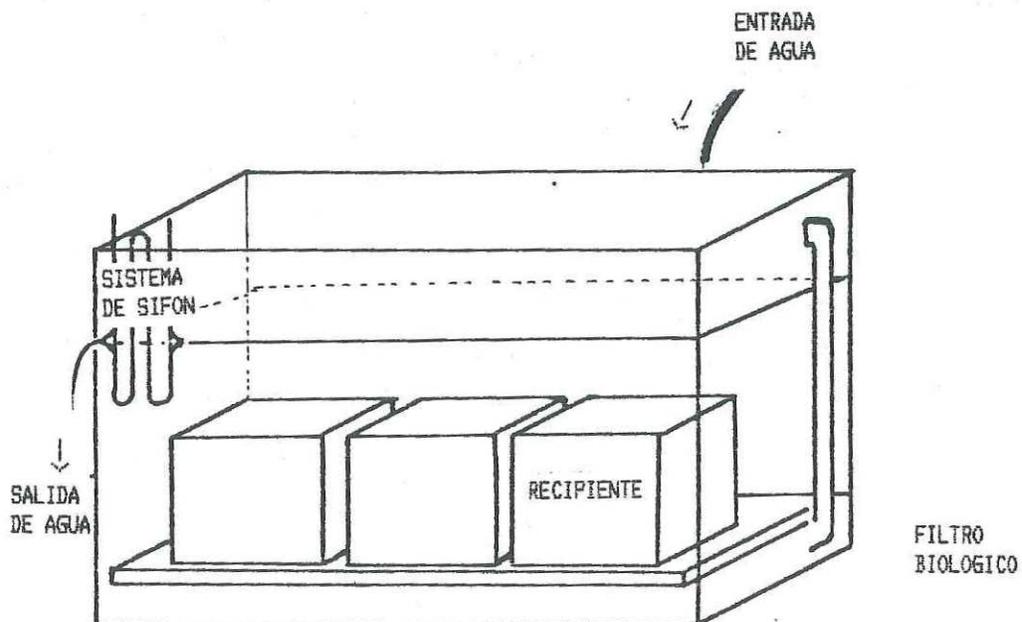
Se dejaron, en un acuario de 15 l, por 24 hrs, cinco cangrejos machos desnudos con cinco grupos de conchas de las especies antes mencionadas. Cuatro de ellos fueron colocados en las esquinas y el quinto grupo en el centro del acuario. Los cangrejos se dejaron al azar.

A las veinticuatro hrs, se observó cuales conchas habían sido ocupadas por los cangrejos ermitaños.

Se trabajó en el experimento "a", con machos (largo del cefalotórax de 4.1 a 4.9 mm) y en el "b" con hembras (largo del cefalotórax de 4.1 a 5.2 mm), realizando en cada caso cinco repeticiones.

- Experimentos c y d (Preferencia con cangrejos aislados).

En un acuario de 15 l, se acomodaron cinco cajas de acrílico de 10 cm por lado con una perforación en el fondo de aproximadamente 8 cm de diámetro, cubierta con una malla plástica (figura 8). Las cajas se separaron del fondo del acuario con una rejilla de plástico. En cada caja había un grupo de cinco conchas vacías de diferente especie.



VISTA DEL FONDO DE LOS RECIPIENTES.

FIGURA 8. SISTEMA DE CULTIVO UTILIZADO PARA DETERMINAR LA PREFERENCIA DE CONCHAS POR CANGREJOS SOLITARIOS.

La duración del experimento "a", fué de 24 hrs, trabajando con machos (largo cefalotórax 3.1-5.0 mm), en cinco ensayos. En el experimento "b", de 24 hrs y con cinco ensayos, se utilizaron hembras (largo del cefalotórax de 3.3 a 4.7 mm).

### III.2.5 Juego experimental V (Protección contra la desecación).

En el último juego experimental, se trató de conocer cuál concha protegía más eficientemente al cangrejo contra la desecación.

Para ésto se dejaron bajo los rayos del sol a cangrejos que ocupaban conchas de: *Tegula eiseni*, *Acanthina paucilirata*, *Olivella baetica*, *Littorina planaxis*, *Trivia solandri* y *Terebra danai*; todas estas con pesos de 0.50 a 0.59 gr. Cada especie de concha con cinco ejemplares ocupados por cangrejos ermitaños, aislados individualmente, discriminados por sexo y con tallas fluctuando entre 4.1 y 5.7 mm.

En el primer experimento, se trabajó con machos a una temperatura de insolación, entre los 37 y 38 grados

centígrados dentro de frascos de 125 ml y bajo los rayos del sol.

El segundo experimento, se realizó con hembras, de un largo de cefalotórax entre 4.1 y 5.7 mm. Las temperaturas a insolación oscilaron entre 38 y 38.5 grados centígrados, en las mismas condiciones que el primero.

Se anotó el número de cangrejos muertos y vivos cada diez minutos, y también a los que salieron de las conchas. Para comprobar la muerte se les regresó al agua que estaba a 21 grados centígrados.

Previo al experimento. los cangrejos se mantuvieron por una semana en el laboratorio, agrupados en acuarios de 15 l y con abundante alimento.

#### IV. RESULTADOS

En los análisis de resultados se utilizó una significancia del 0.05 en las pruebas estadísticas.

##### IV.1 Fase I (Trabajo de campo).

###### IV.1.1 Muestreo.

En el primer muestreo (1 de Febrero), se colectaron 93 cangrejos en tres cuadrantes, con una media de 31, desviación estandar 10.2 individuos por metro cuadrado.

En el segundo muestreo (25 de Febrero) en los mismos cuadrantes, se capturaron 126 individuos, con una media de 42, d.s. 8.6 individuos por metro cuadrado.

Durante el tercer muestreo (25 de Marzo), se presentaron problemas debido a que fuertes marejadas provocaron una perturbación notable del sistema. Se encontró una gran cantidad de animales muertos en la zona

litoral. Otro cambio notable fué la aparición de abundantes cantos rodados -antes escasos- sobre la playa. El número de individuos colectado fue muy bajo en comparación a los muestreos anteriores, siendo en promedio 11, d.s. 5.71 individuos por metro cuadrado.

Se presentó una conducta de gregarismo no observada anteriormente, que consistió en una gran densidad de ermitaños en una poza de mareas recién formada al Sur de las estaciones de muestreo: aproximadamente 2000 cangrejos en un área menor de tres metros cuadrados.

- Punta Morro.

A partir del cuarto muestreo se trabajó en Punta Morro, en donde el número de cangrejos obtenidos fué mayor que en Punta San Miguel: del cuarto al séptimo muestreo, las cantidades fueron de 221 (25 de Abril), 205 (18 de Mayo), 247 (15 de Junio) y 184 (14 de Julio), siendo en promedio para todos los muestreos 214.25, d.s.26.6 individuos por metro cuadrado.

El número total de individuos colectado en Sn. Miguel, fué de 252, y en Punta Morro, 857. Considerando la suma total, fueron 1109 *Pagurus samuelis* y sólo 15 *P. hirsutiussculus*.

#### IV.1.2 Comparación de los muestreos.

En los análisis de varianza no paramétrico realizados con el largo y ancho del cefalotórax, se reveló la presencia de diferencias entre los muestreos (tabla I). En las comparaciones múltiples, no resultaron significativas las diferencias entre los muestreos: uno y tres; dos, seis y siete; cinco seis y siete.

Al contrastar los valores de media y desviación estandar de cada salida (tabla II), se observó que no diferían notablemente los cuatro últimos y el segundo; ni entre el primero y el tercer muestreo.

Las medias eran menores en los muestreos 1 y 3, en cambio las de los tres últimos eran mayores. Los resultados del segundo y cuarto, estuvieron intermedios.

Tabla I. Resultados de la prueba de Kruskal- Wallis, de las medidas de los ermitaños.

Muestreo	Largo	Muestreo	Largo
( 1 s VS. 2 s)	***	( 3 s VS. 4 p)	***
( 1 s VS. 3 s)	n.s.	( 3 s VS. 5 p)	***
( 1 s VS. 4 p)	***	( 3 s VS. 6 p)	***
( 1 s VS. 5 p)	***	( 3 s VS. 7 p)	***
( 1 s VS. 6 p)	***	( 4 p VS. 5 p)	***
( 1 s VS. 7 p)	***	( 4 p VS. 6 p)	***
( 2 s VS. 3 s)	***	( 4 p VS. 7 p)	***
( 2 s VS. 4 p)	*	( 5 p VS. 6 p)	n.s.
( 2 s VS. 5 p)	*	( 5 p VS. 7 p)	n.s.
( 2 s VS. 6 p)	n.s.	( 6 p VS. 7 p)	n.s.
( 2 s VS. 7 p)	n.s.		

Simbología: significancia al 0.05 (\*); 0.01 (\*\*); 0.001 (\*\*\*). Muestreo en San Miguel (s) y en Punta Morro (p).

---

Tabla II. Media y desviación estandar del largo y ancho del cefalotórax de *P. samuelis*.

Muestreo	C E F A L O T Ó R A X			
	L a r g o		A n c h o	
	Media	d.s.	Media	d.s.
Sn. Miguel				
+ 1 (2 feb)	2.41	1.13	1.35	0.65
2 (25feb)	3.32	0.88	1.88	0.42
+ 3 (25mar)	2.45	1.43	1.40	0.86
Pta. Morro				
4 (25abr)	3.09	0.74	1.79	0.38
5 (18may)	3.52	0.93	1.99	0.46
6 (15jun)	3.44	0.92	1.96	0.48
7 (14jul)	3.49	0.99	1.97	0.49

Nota: + los muestreos 1 y 3 se realizaron después de fuertes marejadas.

---

Al comparar el ancho del cefalotórax, se encontraron resultados similares a los obtenidos con el largo. Se encontraron diferencias entre los muestreos. Por otro lado fueron similares los promedios de los muestreos 1 y 3; y entre el 2, 4, 5, 6 y 7.

#### IV.1.3 Distribución de sexos.

Considerando al total de cangrejos se encontró un mayor porcentaje de machos (52.2%) que de hembras (47.7%), aunque las diferencias no fueron significativas.

Tomando en cuenta a cada muestreo, el comportamiento de los datos es similar (figura 9), excepto en el primero con 48.84% de machos y 51.6% de hembras, y en el cuarto en donde también hubo menos machos (46.6%) que hembras (53.4%).

El porcentaje de hembras grávidas siempre fue bajo, variando entre 2% (séptimo muestreo) y 9% (tercero).

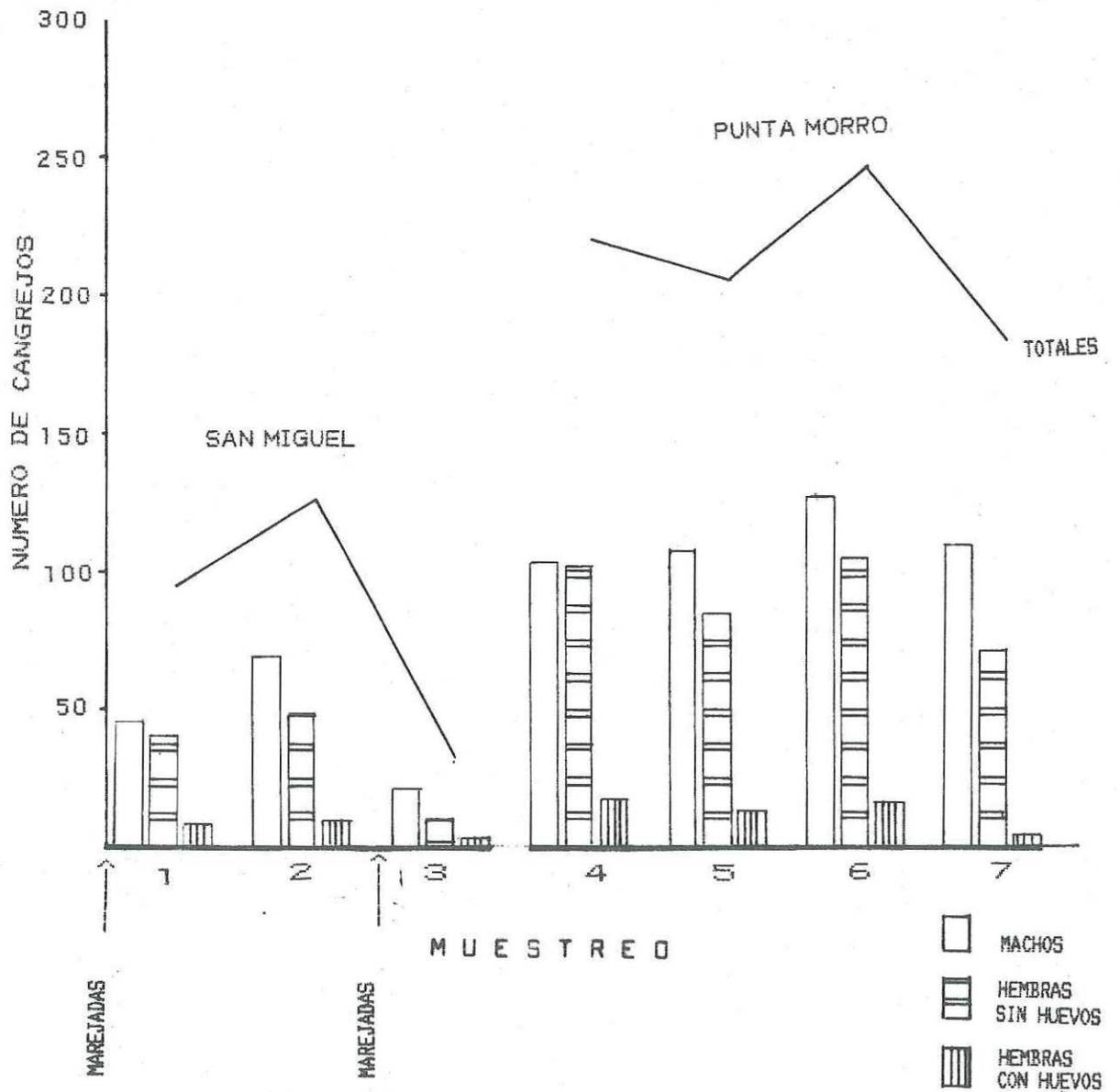


FIGURA 9. DENSIDADES DE CANGREJOS, POR SEXO, PARA CADA UNO DE LOS MUESTREOS.

#### IV.1.4 Conchas Ocupadas.

Con el fin de analizar globalmente a las especies encontradas se agruparon los resultados de San Miguel y Punta Morro.

Se encontraron conchas 38 especies diferentes ocupadas por cangrejos ermitaños, de las que 28 se obtuvieron en los muestreos realizados, y las 10 restantes en colectas de organismos para experimentación: éstas últimas con baja frecuencia.

En las dos zonas de muestreo, se encontró mayor abundancia de *Tegula eiseni* (tabla III), ya que del total representó más del 50 % de las conchas identificadas (631 de 1109 casos).

Otras especies con alta abundancia fueron: *T. planaxis*, *Macron lividus*, *Acanthina paucilirata* y *T. funebris*.

Tabla III. Distribución de las especies de conchas ocupadas por los ermitaños, en los diferentes muestreos.

Especie de caracol	Número de conchas por muestreo							Total
	Sn. Miguel			Punta Morro				
	+1	2	+3	4	5	6	7	
<i>Tegula eiseni</i>	3	88	1	158	127	136	118	631
<i>T. planaxis</i>		13		10	19	28	11	81
<i>Macron lividus</i>	8	4	4	7	12	21	8	64
<i>Acanthina paucilirata</i>	15	2	2	6	9	12	16	62
<i>Tegula funebris</i>	19	4	3	5	3	2	4	40
<i>Littorina planaxis</i>	5	5	3	14				27
<i>Acanthina lugubris</i>		4		4	4	8	3	23
<i>Roperia poulsoni</i>		1			9	7	5	22
<i>Ocenebra foveolata</i>		2			6	8	4	20
<i>Homalopoma luridum</i>	14		3					17
<i>Amphissa versicolor</i>	7		8		1	1		17
<i>Norrisia norrisi</i>		1		5		5	3	14
<i>Lacuna unifasciata</i>		2			3	4	4	13
<i>Littorina sculptulata</i>	2		2		2	4		10
<i>Tegula gallina</i>				2	1	3	3	9
<i>Opalia funiculata</i>	4		3					7
<i>Pseudomelatoma penicillata</i>					2	3	2	7
<i>Ceratostoma nutalli</i>				2	2	2		6
<i>Iselica ovoidea</i>	3		2					5
<i>Ophioderma ophioderma</i>					2	1	1	4
<i>Acanthina punctulata</i>	3							3
<i>Nassarius perpinguis</i>				2				2
<i>Polinices altus</i>	2							2
<i>Fusinus luteopictus</i>	2							2
<i>Engina maura</i>	1							1
<i>Ocenebra lurida</i>	1							1
<i>Crassispira semiinflata</i>	1							1
<i>Alia carinata</i>	1							1
no identificados	2		2	6	3	2	2	17

Nota: + muestreos poco despues de fuertes marejadas.

Entre las especies pocas veces observadas, se encontró en sólo un caso a *Engina maura*, *Ocenebra lurida*, *Iselica ovoidea*, *Crassispira semiinflata*. En dos ocasiones a *Eusinus luteopictus*, *Polinices altus* y *Nassarius perpinguis*.

De las 1109 conchas analizadas, a 17 no fue posible identificarlas por su mal estado de conservación.

Algunas de las conchas ocupadas por ermitaños obtenidas fuera de los muestreos mensuales fueron:

*Conus californicus*. Se observó en dos ocasiones, en pequeñas pozas de mareas en Punta Morro. Los cangrejos que ocupaban estas conchas daban respuestas anormalmente rápidas a los estímulos como si estuvieran en estado de tensión, a pesar de estar dentro de las conchas.

*Astrea undosa* y *Epitonium tinctorum*. En una y más de dos ocasiones respectivamente, en Punta Morro.

*Acanthina spirata*, *Trivia solandri*, *Erato vitellina*, *Mitrella tuberosa*, *Olivella baetica* y *O. biplicata*. Con un caso en cada una. En las dos últimas especies, los cangrejos aparentemente estaban en un estado de tensión fuera de lo normal.

*Serpulorbis squamigerus*. Se observó en dos ocasiones: en la primera se trataba de un pedazo de concha de esta especie, a manera de tubo doblado en forma de "C", el cangrejo era fácilmente atacable por el abdomen y se encontraba aparentemente en tensión. El segundo caso fue un pedazo de concha que estaba doblado en espiral con forma de turbante, uno de los extremos estaba semicerrado y el otro bien abierto. El cangrejo aparentemente no estaba en un estado de tensión.

Al comparar la diversidad de conchas ocupadas por los cangrejos en los muestreos (tabla IV), se aprecia una mayor diversidad en los muestreos uno y tres. Los valores más bajos de diversidad fueron encontrados en los muestreos dos y cuatro, en cada uno de los cuales se encontraron 11 especies diferentes.

La mayor riqueza de especies fue encontrada en el muestreo uno (San Miguel), y la menor en el muestreo cuatro.

Tabla IV. Índices de diversidad, equitabilidad y riqueza de especies, de conchas utilizadas por *Pagurus samuelis*

Muest.	Número de Especies	Número de Organismos	Diversidad ( H' )	Equitabilidad ( E )	Riqueza
San Miguel					
+1	17	91	3.473	0.850	3.7535
2	11	126	1.754	0.507	2.0677
+3	10	31	3.115	0.938	2.6208
Punta Morro					
4	11	215	1.642	0.475	1.8619
5	15	202	2.166	0.554	2.6067
6	16	245	2.457	0.614	2.7266
7	13	182	2.068	0.559	2.3059
VALOR GLOBAL	28		2.624	0.546	3.8594
TOTAL		1092			

Nota: + muestreos realizados despues de marejadas.

#### IV.1.5 Forma de las conchas.

En el presente trabajo, por facilidad de manejo, se agruparon los resultados de las dos zonas.

De los análisis discriminantes con las conchas ocupadas por los cangrejos ermitaños, en el primero, la característica a reconocer era la especie de concha, y las variables fueron sus medidas. En los resultados se clasificó adecuadamente sólo el 62.09 % predicción.

En base al mapa territorial obtenido (Figura 10) y considerando la arquitectura de las conchas, se les agrupó en tres formas: Turbante, Cónica y Alargada (Figura 11).

En la turbante se agruparon a todas aquellas conchas en las cuales su ancho fuese mayor al alto, como las de los géneros *Tegula*, *Homalopoma* y *Norrisia*.

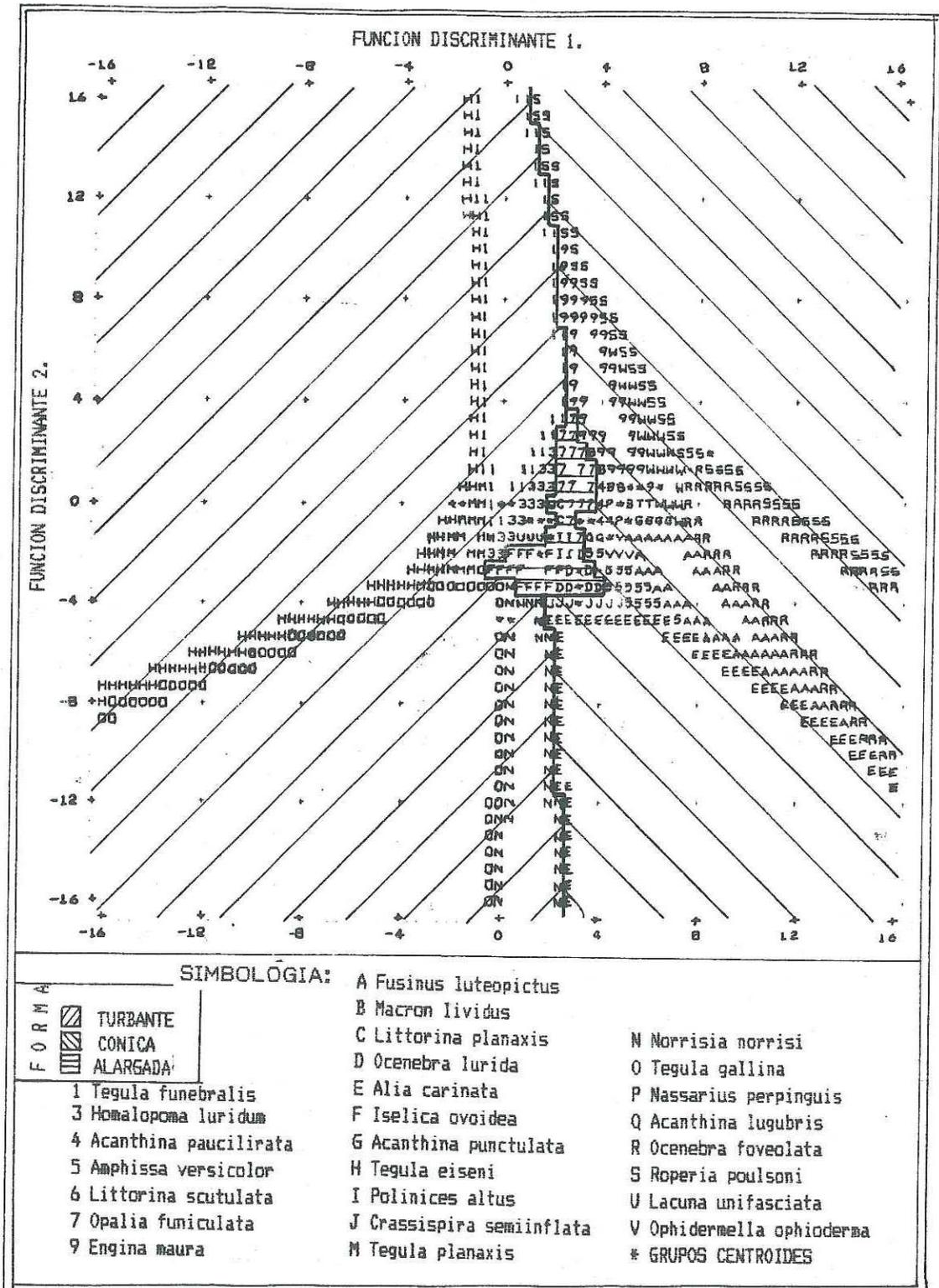


FIGURA 10. MAPA TERRITORIAL DE LAS DOS PRIMERAS FUNCIONES DISCRIMINANTES. DEL ANALISIS EN EL QUE SE DESEABA CONOCER A LA ESPECIE DE CONCHA, EN FUNCION DE SUS MEDIDAS.

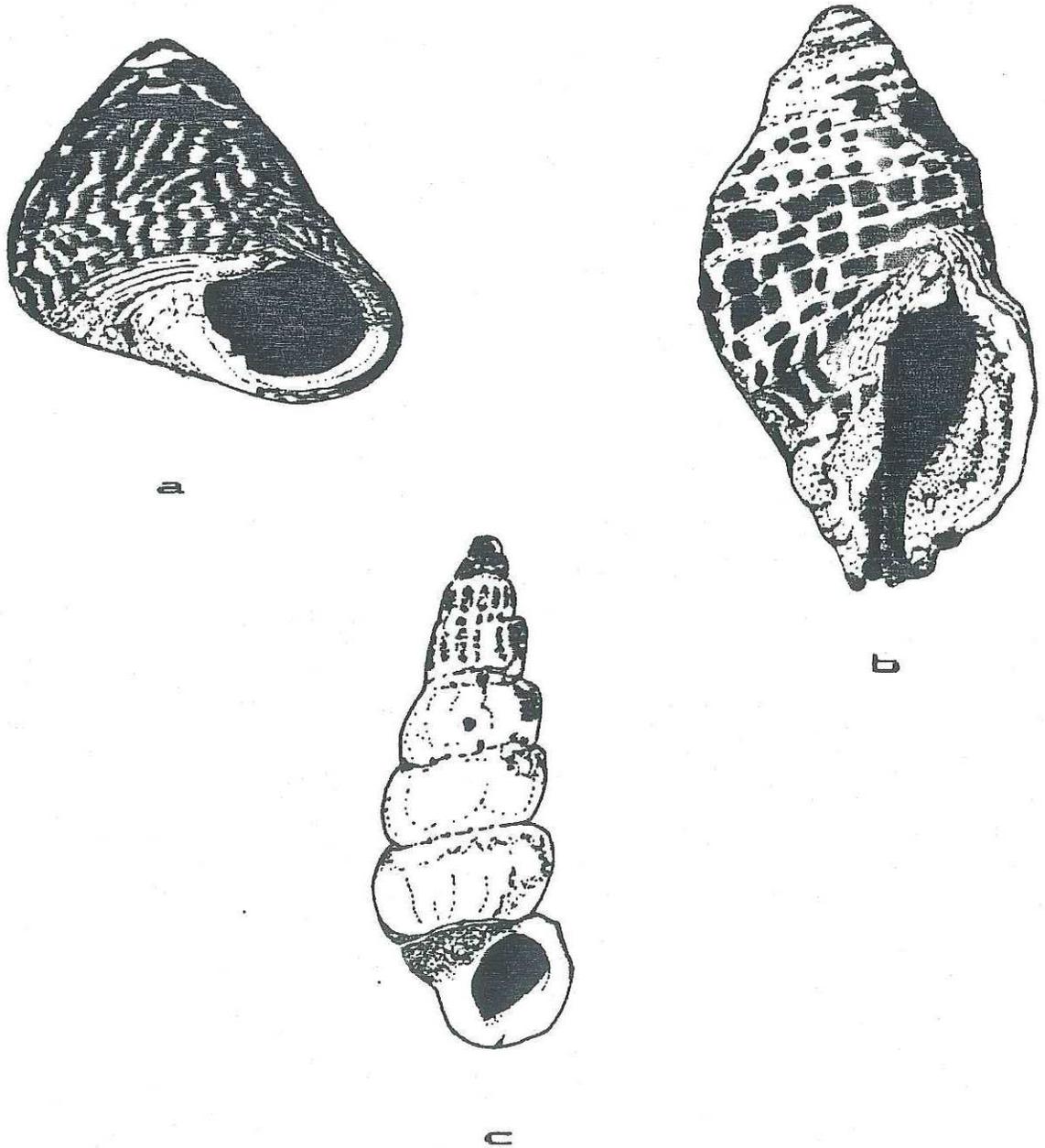


FIGURA 11. FORMA TURBANTE (a) REPRESENTADA POR *Tegula gallina*; LA CONICA (b) CON *Acanthina paucilirata* Y LA ALARGADA (c) CON *Opalia funiculata*.

En la forma cónica se incluyeron a las conchas en las que el alto era ligeramente mayor al ancho. Los géneros considerados fueron *Acanthina*, *Amphissa*, *Engina*, *Fusinus*, *Macron*, *Pseudomelatoma*, *Ophiodermella*, *Alia*, *Crassispira*, *Nassarius*, *Ocenebra*, *Roperia* y *Ceratostoma*.

En las alargadas, se consideró que el alto era claramente mayor que el ancho, y definitivamente más alargada que la forma anterior. Se incluyeron a los géneros *Iselica*, *Lacuna*, *Littorina*, *Ocenebra*, *Opalia* y *Polinices*.

En el segundo análisis discriminante para la forma de la concha en función de sus medidas, se obtuvo el 89.19 % de los casos correctamente clasificados.

Al considerar como característica a la especie de la concha y como variables a las medidas del ermitaño, el 11.54 % de los casos fueron adecuadamente clasificados con el grupo de la predicción.

Tomando como característica a la forma de la concha y como variables a las medidas del cangrejo, se incrementó a 56.41 % de casos correctamente clasificados.

## IV.1.6 Proporciones por formas.

Se agrupó por formas a las 1092 conchas identificadas a nivel de especie de todos los muestreos, para contrastar sus porcentajes, y tener una aproximación de la preferencia de los ermitaños por alguna de las formas en particular (tabla V).

Tabla V. Abundancias y medidas de los cangrejos, por formas.

FORMA	ABUNDANCIA		MEDIDAS DE LOS CANGREJOS C E F A L O T O R A X			
	No.	Por ciento	LARGO		ANCHO	
			MEDIA	D.S.	MEDIA	D.S.
Turbante	792	71.5	3.47	0.97	1.97	0.51
Cónica	234	21.1	2.95	0.82	1.70	0.45
Alargada	67	6.0	2.09	0.55	1.23	0.33
Sin grupo	17	2.0	2.27	0.33	1.35	0.17
Total	1109	100.0	3.26	0.99	1.86	0.52

Los cangrejos se encuentran más frecuentemente en conchas de la forma turbante, seguido de la cónica y, con el menor número, se encontró a los que ocupaban la forma alargada.

En las medidas de tendencia central, encontramos que el largo del cefalotórax fue superior en los cangrejos que ocupaban la forma de turbante, seguido de la cónica, mientras los tamaños menores se encontraban en la forma alargada.

#### IV.1.7 Análisis de correlación.

Los coeficientes de correlación del contrastar las medidas de las conchas con las de los cangrejos, por muestreo y forma, muestran altos valores en la relación de la abertura de la concha contra la quela (tabla VI). Con el ancho de la concha también se observaron coeficientes altos, aunque en los muestreos 3 y 4, y al considerar las formas, las cifras son bajas.

Tabla VI. Correlaciones de los cangrejos con las conchas, por muestreo y forma.

CORRELACION	M U E S T R E O							Total	FORMA de la concha		
	1	2	3	4	5	6	7		Tur.	Con.	Ala.
ALT. CON. - LAR. CEF.	0.65	0.37	0.55	0.24	0.13	0.13	0.19	0.25	0.71	0.66	0.56
- ANC. CEF.	0.66	0.35	0.56	0.18	0.15	0.13	0.20	0.25	0.72	0.66	0.55
- LAR. ESC.				0.23	0.11	0.12	0.13				
- QUE. LAR.				0.24	0.10	0.17	0.15				
- QUE. ANC.				0.14	0.14	0.17	0.15				
- PE. SECO				0.30	0.19	0.21	0.14				
ANC. CON. - LAR. CEF.	0.75	0.84	0.15	0.65	0.81	0.83	0.85	0.79	0.66	0.70	0.69
- ANC. CEF.	0.72	0.81	0.31	0.63	0.80	0.82	0.84	0.78	0.62	0.71	0.80
- LAR. ESC.				0.65	0.84	0.84	0.87				
- QUE. LAR.				0.57	0.76	0.76	0.77				
- QUE. ANC.				0.60	0.76	0.78	0.78				
- PE. SECO				0.73	0.58	0.63	0.78				
DIA. MAX. - LAR. CEF.	0.71	0.81	0.75	0.70	0.80	0.77	0.82	0.79	0.77	0.84	0.79
- ANC. CEF.	0.67	0.77	0.70	0.63	0.81	0.77	0.82	0.78	0.72	0.80	0.81
- LAR. ESC.				0.70	0.81	0.78	0.82				
- QUE. LAR.				0.62	0.76	0.77	0.75				
- QUE. ANC.				0.57	0.76	0.77	0.73				
- PE. SECO				0.70	0.66	0.68	0.73				
DIA. MIN. - LAR. CEF.	0.73	0.82	0.85	0.71	0.86	0.87	0.88	0.84	0.77	0.77	0.79
- ANC. CEF.	0.67	0.80	0.80	0.68	0.87	0.88	0.89	0.83	0.72	0.73	0.83
- LAR. ESC.				0.72	0.88	0.89	0.89				
- QUE. LAR.				0.62	0.83	0.82	0.82				
- QUE. ANC.				0.64	0.82	0.83	0.82				
- PE. SECO				0.74	0.64	0.68	0.82				
PE. SE. C. - LAR. CEF.				0.63	0.80	0.82	0.83				
- ANC. CEF.				0.57	0.81	0.84	0.83				
- LAR. ESC.				0.62	0.82	0.83	0.85				
- QUE. LAR.				0.60	0.79	0.84	0.79				
- QUE. ANC.				0.47	0.76	0.83	0.78				
- PE. SECO				0.87	0.66	0.77	0.83				

El largo del cefalotórax con los pesos de las conchas presentaron valores mayores de 0.8 en las salidas 5, 6 y 7.

Con el ancho del cefalotórax, los datos siguieron el mismo patrón de comportamiento que en las correlaciones del largo del cefalotórax.

En los muestreos 4, 5, 6 y 7, también se consideraron como características del cangrejo al largo del escudo dorsal, largo y ancho de la quela derecha.

El peso húmedo y el seco de los cangrejos tuvieron valores similares, ya que en los dos casos las correlaciones mayores fueron con el peso húmedo y seco de las conchas, seguido por el diámetro máximo y mínimo de la abertura, y por el ancho de la concha.

#### IV.1.8 Colecta vertical.

Se presentaron diferencias entre las dos colectas realizadas en cuanto al número de organismos y conchas, ya que en la primera se obtuvo una mayor abundancia (tabla VII).

Tabla VII. Número de ejemplares capturados en los muestreos verticales.

ESTACION	Salida I (15 de Mayo)			Salida II (15 de Junio)		
	CARACOLES		CANGREJOS	CARACOLES		CANGREJOS
	VIVOS	VACIOS		VIVOS	VACIOS	
1	25	0	0	18	8	10
2	6	12	5	0	18	7
3	37	3	28	0	30	10
4	11	0	14	10	5	2
5	9	11	5	2	11	0
6	1	25	1	0	16	0
7	12	22	1	3	11	0
8	25	9	0	5	1	0
9	1	25	35	1	11	0
10	0	31	5	0	10	0
11	1	62	1	1	6	0
12	1	48	0	0	1	0
13	+	+	+	3	1	0
14	2	7	6	+	+	+
15	8	1	12	0	9	0
16	6	8	5	7	0	0
17	7	28	0	17	0	0
18	8	14	1	4	3	0
19	11	2	0	8	0	0
20	10	0	0	5	0	0
21	6	1	4	18	1	0
22	14	0	1	+	+	+
23	8	0	0	+	+	+
24	5	0	2	2	0	0
25	+	+	+	15	1	0
Totales	214	309	126	119	143	29

Nota: + no fué posible muestrear.

En la colecta 1 (15 de Mayo), se capturaron en total 126 cangrejos, de los cuales 2 correspondieron a la especie *P. hirsutiussculus* y el resto a *P. samuelis*. Se encontraron más organismos en las estaciones 3, 9 y 15, las cuales se caracterizaron por tener profundidad inferior a 0.5 m.

En la segunda colecta (15 de Junio), se capturó un menor número de cangrejos (29), caracoles vivos (119) y conchas vacías (143). Los cangrejos fueron capturados en zonas protegidas de la zona mesolitoral superior, en cambio los caracoles y las conchas, se encontraron con una distribución similar a la del primer muestreo.

En lo que se refiere a la distribución de las especies de caracoles vivos, se observó que de las 17 especies colectadas, las más abundantes fueron del género *Tegula*.

Las especies *Tegula funebris* y *T. gallina*, se encontraron con más abundancia en las estaciones cercanas a la zona supralitoral, en cambio *T. eiseni*, se colectó especialmente en las estaciones de mayor profundidad (estación 6 y 9). *Acanthina lugubris*, con cierta abundancia, se localizó en la zona infralitoral. Las especies que se encontraron con baja abundancia en esta

zona, fueron : *Conus californicus*, *Olivella biplicata*,  
*Alia carinata*, *Opalia funiculata* y *Acanthina paucilirata*.

En la zona supralitoral o mesolitoral superior, se  
encontraron básicamente *Amphissa versicolor*, *Litorina*  
*planaxis* y *Acanthina punctulata*.

Ampliamente distribuidos, pero con baja densidad se  
colectó a *Macron lividus* y *Lacuna unifasciata*.

De las conchas vacías, las más abundantes fueron *Tegula*  
*eiseni*, *Conus californicus* y *Olivella biplicata*.

#### IV.2 Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas).

##### IV.2.1 Juego Experimental I (crecimiento).

Los organismos se mantuvieron durante 156 días, en  
los tratamientos: (a) con la concha original, (b) con  
tres conchas, (c) desnudos con una concha no ocupable y  
(d) desnudos sin concha.

Uno de los problemas que se observó fué que a partir de los cuatro meses, los cangrejos perdían coloración. Al finalizar el experimento se encontraron casos en los que se apreciaban sólo leves vestigios del color azul de los pereopodos, mientras que las regiones de color blanco (pereopodos) u olivo (todo el cuerpo), se convertían casi transparentes.

Otro factor externo fué que durante el primer mes la iluminación en el laboratorio era continua y a partir del segundo mes hubo periodos de 12 h luz -12 oscuridad.

En la evaluación de resultados se observaron diferencias entre los tratamientos en: ciclos de intermuda (promedio de su número y su duración), crecimiento (entre ciclos), sobrevivencia y cambios de conchas (tabla VIII).

Tabla VIII. Resultados del experimento de crecimiento.

TRATAMIENTOS NUMERO DE CONCHAS	'A' (c/1 concha)	'B' (c/3 concha)	'C' (c/1 inutil)	'D' (c/0 concha)
Número de cangrejos				
Inicial	25	25	25	25
Con un ciclo o más	16	15	8	8
Promedio de ciclos de intermuda				
Considerando el número inicial	1.28(25)	1.56(25)	0.40(25)	0.32(25)
Considerando sólo los de mas de un c.	2.00(16)	2.60(15)	1.25( 8)	1.00( 8)
Promedio en días, de de la duración de cada ciclo.				
Primer ciclo	38.44(16)	36.16(15)	41.13( 8)	36.00( 8)
Segundo ciclo	24.28( 7)	24.75(12)	37.50( 2)	—
Tercer ciclo	33.40( 5)	22.00( 8)	—	—
Cuarto ciclo	28.33( 3)	34.50( 4)	—	—
Quinto ciclo	34.00( 1)	—	—	—
Porcentaje de inc. del largo del cefalotórax				
LARGO INICIAL	1.8	1.9	1.9	2.0
Primer ciclo	13.98(16)	22.58(15)	11.51( 8)	15.49( 8)
Segundo ciclo	10.11( 7)	13.30(12)	8.87( 2)	—
Tercer ciclo	8.45( 5)	8.35( 8)	—	—
Cuarto ciclo	15.61( 3)	19.46( 4)	—	—
Quinto ciclo	11.86( 1)	—	—	—
Sumatoria de los cuatro primeros ciclos	48.15	63.69	—	—
Sobrevivencia en días considerando el no. inicial de cangrejos				
Promedio	95.60	103.76	75.92	78.48
Máximo	156( 7)	156(10)	117( 1)	156( 1)
Mínimo	18( 1)	25( 1)	5( 1)	18( 1)

( ) INDICA EL NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS.

#### IV.2.1.1 Ciclos de intermuda.

Considerando a los individuos que presentaron cuando menos un ciclo de intermuda, es evidente la diferencia entre el tener y no concha, ya que el total de organismos de los tratamientos "c" y "d" que fueron capaces de completar a lo menos un ciclo de intermuda, fué tan sólo el 51.6 % de los cangrejos de los tratamientos "a" y "b", siendo además muy similares los valores entre los primeros ("a" con 16 y "b" con 15) y entre los dos últimos ("c" y "d" con 8).

Para el promedio de ciclos completos observados, considerando el total de cangrejos experimentales (25), resaltan las diferencias entre los que poseen y no concha; también se evidencia un mayor promedio en donde los pagúridos tienen tres conchas disponibles (trat. "b"), ligeramente menor en los que poseen una (trat. "a") y marcadamente más bajo en los desnudos (trat. "c" y "d").

A partir del segundo ciclo hay diferencias entre los tratamientos debidas a que los cangrejos desnudos dejaron de mudar.

Al comparar la duración promedio de los ciclos de los cangrejos con concha (promedio ponderados de "a" + "b") y los desnudos ("c" + "d"), se observa en los primeros una disminución muy pronunciada del ciclo 1 al 2, luego un incremento casi lineal de los datos a partir del segundo hasta el quinto ciclo. En los desnudos la caída de valores es poco pronunciada (figura 12).

#### IV.2.1.2 Crecimiento.

Al inicio del experimento, las tallas de los organismos experimentales fueron muy similares y el promedio fué de 1.9 mm de largo del cefalotórax.

El porcentaje de incremento de tamaño del largo del cefalotórax, en el primer ciclo es similar entre los tratamientos "a", "c" y "d", y mayor en el "b". En el segundo ciclo, los valores no presentaron diferencias notables en los tratamientos. Los cangrejos desnudos del tratamiento "d", sólo presentaron un ciclo.

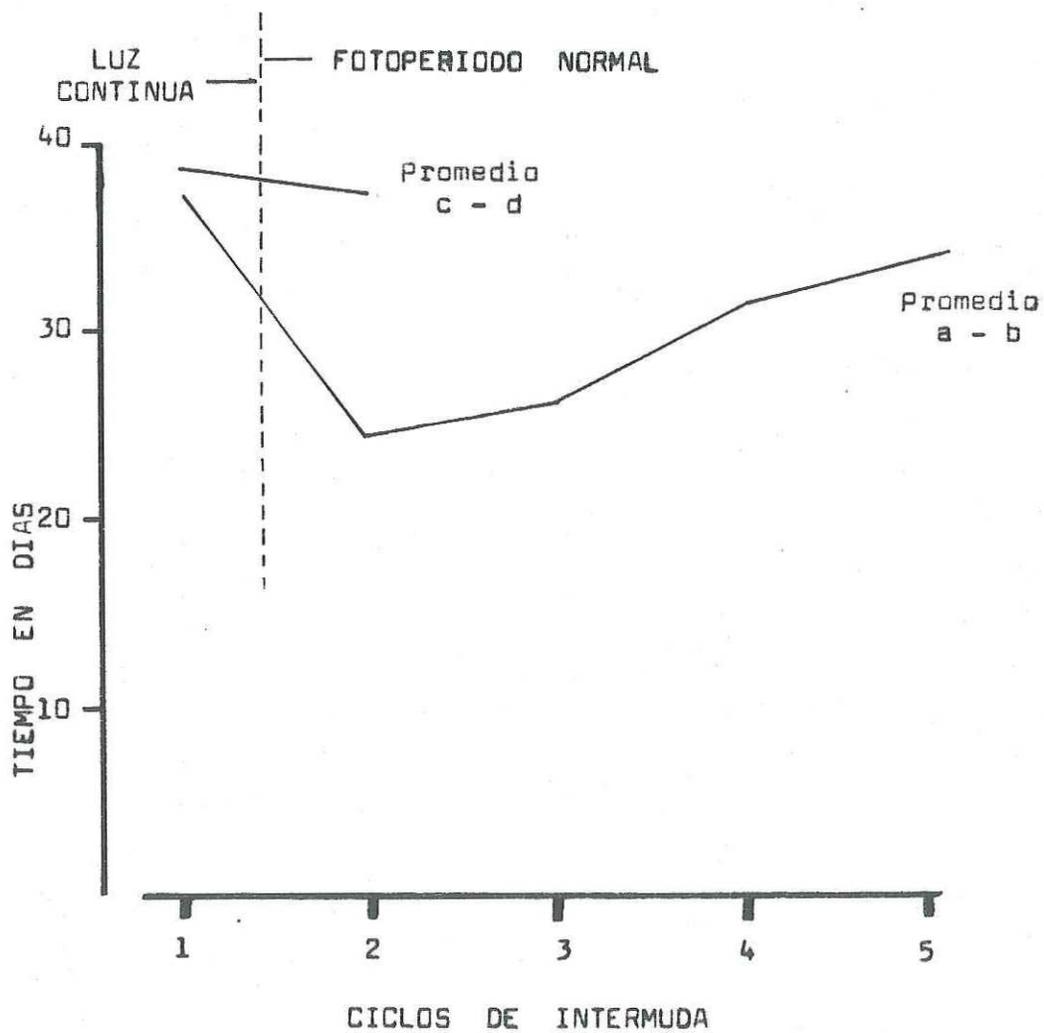


Figura 12. Promedios de duración de los ciclos de intermuda.

En los cangrejos con concha, al sumar los incrementos de los cuatro primeros ciclos, es manifiesto un mayor porcentaje en el tratamiento "b" (con 3 conchas), con una diferencia respecto al "a" (con 1 concha), de 15.54 %.

#### IV.2.1.3 Sobrevivencia.

Cuando los cangrejos disponen de conchas utilizables es mayor la sobrevivencia, como se detectó en los tratamientos "b" y "a" en los que en promedio los ermitaños vivieron 103.8 días y 95.6 respectivamente. Un menor promedio se observó en los tratamientos con cangrejos desnudos, es decir en el "c" (con una concha no utilizable; 75.92 días) y "d" (sin concha; 78.48 días).

La máxima sobrevivencia se presenta en los tratamientos "a" y "b" con 156 días, en cambio en el "c" y "d", sólo casos aislados sobrepasan 115 días.

Del análisis de varianza, se obtienen diferencias significativas entre los tratamientos.

#### IV.2.1.4 Cambios de conchas.

Los cangrejos del tratamiento "b" (con 3 conchas alternativas), cambiaron de concha un número variable de veces en un mismo ciclo de intermuda, desde 0 hasta 9. Hubo pagúridos que cambiaron desde 0 hasta 11 veces (tabla IX).

Considerando el número de cambios que tenían entre una y otra muda (desde el inicio del experimento hasta la muerte), el promedio de cambios entre mudas fue de 1.2 (d.s. 1.46), con un rango de 9 y una moda de cero.

En promedio cada cangrejo cambió 4.16 veces de concha (d.s. 3.48), con un máximo número de 11 (cangrejos 22 y 35b) y una moda de 5.

Tabla IX. Cambios de conchas de los cangrejos del experimento de crecimiento.

CAN-- GREJO	No. de MUDAS	CICLO DE INTERNUDA						Total de Cambios
		1	2	3	4	5	6	
20A	0	1						1
20B	1	2	2					4
21	5	3	2	2	2	1	0	10
22	5	0	1	5	3	2	0	11
23	4	0	1	4	3	1		8
24	4	0	0	0	0	1		1
25	1	0	0					0
26	4	1	1	3	0	0		5
27A	1	0	0					0
27B	1	2	1					3
28A	1	0	0					0
28B	1	1	1					2
29	1	4	0					4
30	5	1	1	2	0	0	1	5
31	3	1	0	0	0			1
32	2	2	2	0				4
33	3	1	2	1	2			6
34	3	2	1	2	1			6
35a	1	1	0					1
35b	2	0	9	2				11
36a	0	1						1
36b	4	0	5	0	2	0		7
37	3	2	3	1	2			8
38	2	1	0	1				2
39	5	0	1	0	1	0	0	2

#### IV.2.2 Juego experimental II (Depredación).

##### IV.2.2.1 Grupo experimental 1 (identificación del depredador).

###### - *Pachygrapsus crassipes*.

Se dejó a *P. samuelis* ocupando conchas de diferentes especies, que en ningún caso fueron depredados, aunque sí se observaron manipuleos en los que aparentemente *P. crassipes* intentaba sacar a los ermitaños de las conchas, posiblemente con la intención de comerse los. En estos casos la respuesta de los ermitaños era protegerse dentro de la concha.

Considerando los resultados obtenidos, se dejó a tres ermitaños desnudos con un grápsido. El grápsido permaneció en una esquina mientras los ermitaños recorrían el acuario. Durante una hora no se presentó ninguna variación en el comportamiento.

Con otros ermitaños se repitió el procedimiento, pero les fueron acercados de uno en uno al grápsido.

El primero fue capturado con movimientos rápidos de los pereiópodos, y finalmente quedó sujeto con la quela izquierda. El segundo, quedó capturado con el quelipodo y los pereiópodos del lado derecho, siendo por último sujetado con la quela de ese mismo lado. El tercer ermitaño fue acercado, y el grápsido, sin soltar a los primeros cangrejos, lo atrapó utilizando todos los pereiópodos.

Posteriormente colocó al tercer pagúrigo entre sus patas, elevando su cuerpo, de tal manera que el ermitaño podía moverse y caminar un poco, pero sin poder escapar.

Finalmente fueron comidos de uno en uno los pagúrigos, quitándoles primero las quelas y después siendo devorados, empezando por el abdomen.

Este último experimento se repitió dos veces más y sólo en una ocasión el grápsido mató a un pagúrigo en el manipuleo inicial.

- *Hypsoblennius gilberti*.

Después de dejar a los cangrejos con concha en presencia de este pez, en los ensayos de 5 y 10 días,

que ninguno sufrió ataques. En este caso no se observó manipuleo o acercamiento.

En el segundo experimento, con cangrejos desnudos en tres ensayos, todos los ermitaños fueron devorados en tiempos diferentes. En el ensayo 1, los tiempos de consumo oscilaron entre 20 segundos y 10 minutos 15 segundos. En el segundo ensayo, el rango fue de 18 segundos hasta 5 minutos 19 segundos. En el tercero, los tiempos oscilaron entre 25 segundos y más de una hora.

- *Girella nigricans*.

En el experimento en el que se dejó a los ermitaños con conchas, no se detectó ningún ataque ni manipulación por parte del pez.

En el segundo experimento con esta especie, se colocaron en los acuarios tres ermitaños desnudos. Todos fueron consumidos por el pez, en tiempos que van de 5 a 32 seg, para comerse al primero, y 3 a 15 minutos para consumir al último.

- *Octopus* sp.

Los cangrejos ofrecidos al pulpo, fueron devorados en todos los casos. Se consideró al pulpo como un buen depredador por lo que fué realizado el segundo grupo experimental con este organismo.

#### IV.2.2.2 Grupo experimental 2 (Selectividad por la concha).

Al colocar cangrejos con concha (de *Tegula eiseni*, *Olivella baetica* y *Acanthina paucilirata*), en presencia del pulpo, para probar la selectividad de la concha por el depredador, no se observó preferencia en el primer ataque, ya que aparentemente era consumido el primer cangrejo detectado (en dos ocasiones en *T. eiseni*, dos en *O. baetica* y una en *A. paucilirata*).

Al analizar el número de cangrejos que sobreviven al primer día, se encontró que no hay preferencia del pulpo por los cangrejos que ocupen determinada especie de concha, En el segundo día se obtuvo el mismo resultado (tabla X), corroborados con la prueba de Mann-Withney.

IV.2.2.3 Grupo experimental 3 (Selectividad por el sexo del cangrejo).

Al colocar al pulpo con tres paguros machos y tres hembras que ocupaban conchas de *T. eiseni*, en el primer ataque no se observó preferencia por determinado sexo, ya que aparentemente era atrapado el cangrejo que fuese detectado por el pulpo. El primer organismo atacado en tres casos fue macho y en dos hembra.

En el número de cangrejos por sexo consumidos al primer día no se observaron diferencias; en el segundo día se obtuvo el mismo resultado (tabla XI), por lo que se puede concluir que no hay preferencia del pulpo por un sexo.

Tabla X. Número de cangrejos sobrevivientes en dos días consecutivos sometidos a la depredación de *Octopus* sp., comparando la protección de tres especies de conchas.

Ensayo	Número de sobrevivientes por especies de conchas.					
	D I A I			D I A II		
	Te	Ob	Ap	Te	Ob	Ap
1	2	1	1	1	0	1
2	1	1	2	0	0	0
3	2	1	2	0	0	1
4	1	3	2	0	0	1
5	2	1	1	1	0	0

Simbología: Te, *Tegula eiseni*; Ob, *Olivella baetica* y Ap, *Acanthina paucilirata*.

Tabla XI. Cangrejos sobrevivientes en dos días consecutivos, sometidos a la depredación de *Octopus* sp., comparando el ataque a hembras (He) y machos (Ma).

Ensayo	DIA I		DIA II	
	He	Ma	He	Ma
1	2	1	0	0
2	1	2	0	0
3	3	0	1	0
4	2	3	0	1
5	1	1	1	0

Simbología: He = hembras, Ma = machos.

IV.2.2.4 Grupo experimental 4 (Selectividad por la especie de cangrejo).

Los resultados de dejar al pulpo con tres *P. samuelis* y tres *P. hirsutiussculus*, en cinco repeticiones (tabla XII), muestran que no hay preferencia del pulpo por una especie de cangrejo.

Tabla XII. Cangrejos sobrevivientes sometidos a la depredación de *Octopus* sp., en dos días consecutivos, comparando el ataque a *Pagurus samuelis* (Ps) y *P. hirsutiussculus* (Ph).

Ensayo	DIA I		DIA II	
	Ps	Ph	Ps	Ph
1	2	1	0	0
2	2	2	0	0
3	2	0	0	0
4	1	2	0	0
5	1	1	0	0

#### IV.2.2.5 *Anthopleura elegantissima*.

- Selección con alimentación previa.

En el primer experimento se dejó en un acuario a ocho anémonas distribuidas homogéneamente y a nueve cangrejos *P. samuelis* (3 en *T. eiseni*, 3 en *H. luridum* y 3 en *M. lividus*). Durante los diez días que duró el experimento no fue comido ningún cangrejo y las anémonas se desplazaron en el acuario en todas direcciones.

Posteriormente se les dio de comer a las anémonas diferentes alimentos directamente a la "boca". Entre otros se les ofreció cangrejos con conchas, que en unos casos fueron comidos y en otros dejados escapar fácilmente (tanto de la misma zona de colecta de las anémonas como de otras playas rocosas).

Con cangrejos desnudos se observó el mismo patrón de comportamiento. Al herir a un paguro y dárselo a una anémona cambió el patrón, ya que en las cuatro ocasiones que se realizó la experiencia los ermitaños fueron consumidos.

- Selección sin alimentación previa.

En el primer grupo se incluyeron a 4 anémonas y se dejaron sin comer tres días, y al segundo grupo (también de cuatro anémonas), no se les alimento por ocho días. En el experimento a cada anémona se le dio en la "boca" un cangrejo con concha.

En el primer grupo los cangrejos consumidos fueron dos (cada uno por una anémona diferente), uno con concha a los 31 min 20 seg y el otro herido desnudo.

En la repetición del experimento, fueron comidos dos ermitaños en tiempos diferentes (17'25" y a 21'15"), cada uno por diferente anémona, después de ser heridos.

En el segundo grupo, todos los ermitaños fueron consumidos sin necesidad de herirlos, en tiempos de 9 min. 35 seg. a 32 min. 05 seg.

IV.2.3 Juego experimental III (Competencia intraespecífica).

En el análisis de la competencia intraespecífica, al realizar el experimento con los ocho cangrejos, se observó un patrón general en los enfrentamientos, que se describe a continuación.

Se colocaron los cangrejos en esquinas opuestas del acuario, con una concha en el centro. Estos se desplazaron por la derecha, junto a la pared del acuario. Al detectar aparentemente al otro cangrejo, se acercaban pasando en ocasiones encima o muy cerca de la concha (en 6 de 84 ocasiones).

Los pagúridos se tocaban, jalándose y empujándose especialmente con el quelipodo derecho, aunque también utilizaban el izquierdo y los pereópodos.

Posteriormente, uno de los ermitaños se quedaba inmóvil, generalmente con las patas hacia arriba. El otro lo soltaba y empezaba a caminar, por lo regular hacia la concha. Si el cangrejo inmóvil, se movía, el otro regresaba a atacarlo hasta que nuevamente quedara inmóvil. Una vez ocupada la concha, el cangrejo vencido quedaba

inmóvil, mientras que el que ocupó la concha recorría el acuario.

Después del enfrentamiento, en 4 de 84 ocasiones, uno de los cangrejos perseguía al otro, hasta que por azar el perseguido chocaba con la concha, en la que se introducía inmediatamente. En estos casos, el otro cangrejo lo seguía atacando.

La máxima duración de las competencias fué de 37 min. 10 seg y la mínima de 30 seg.

Cada cangrejo compitió 21 veces, en tres rondas de 7 enfrentamientos. Así, cada cangrejo se enfrentó, sucesivamente, a los siete cangrejos restantes, dejando 24 hrs, entre cada confrontación.

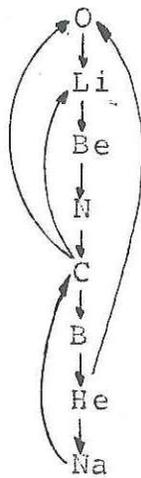
Las pruebas estadísticas demostraron que en los resultados (tabla XIIIa), hay diferencias significativas entre el número de ocasiones en que cada cangrejo ganó.

Tabla XIII. Resultados de las competencias considerando los triunfos y derrotas (A); y la linealidad de dominancia (B).

A .-

	C A N G R E J O							
	BE	C	O	LI	N	B	NE	NA
Triunfos	17	16	14	12	12	5	4	4
Derrotas	4	5	7	9	9	16	17	17
Largo del cefalotórax (mm)	4.4	4.3	4.3	4.4	4.3	4.2	4.1	3.9

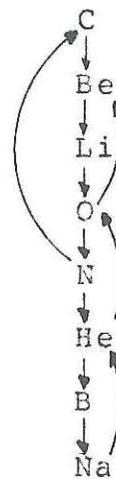
B .-



Primer ensayo



Segundo ensayo



Tercer ensayo

(Las flechas indican del cangrejo ganador al perdedor).

En base a los resultados se realizaron diagramas del máximo ganador al perdedor, llegándose a encontrar la existencia de cierta linealidad de dominancia, así, en la primer ocasión, el cangrejo Li sólo perdió con O; O fue derrotado por C y Ne, pero venció a los demás; a Be le ganó O y Li, y así sucesivamente hasta Ne que sólo venció a Na (tabla XIIIb). En la segunda, y en la tercer ocasión, se observó un comportamiento similar en los resultados.

#### IV.2.4 Juego experimental IV (Preferencias por conchas).

Se realizaron cuatro experimentos, los dos primeros con cangrejos en grupo y los dos siguientes con organismos aislados.

##### - Experimento "a" (Machos en grupos).

Considerando los cinco ensayos, en el 76% de los casos los paguros utilizaron conchas de *T. eiseni*, el 20% de *M. lividus* y sólo en una ocasión (4%) no se ocupó ninguna concha. El resto de las conchas no fueron utilizadas por los organismos.

- Experimento "b" (Hembras en grupo).

Con hembras sin huevos, se encontraron resultados muy similares. En el 64% de los casos ocuparon *T. eiseni*, el 32% en *Macrop lividus* y en una ocasión *T. danai*.

- Experimento "c" (Machos aislados).

Con los cangrejos machos aislados individualmente, los resultados siguieron el mismo patrón general que en los experimentos anteriores, siendo *T. eiseni* ocupado en el 60% de los eventos, y *M. lividus* el 40%. El resto de conchas no fueron utilizadas.

- Experimento "d" (Hembras aisladas).

Con hembras sin huevos aisladas individualmente, en el 56% de los eventos se ocuparon conchas de *T. eiseni* y el 44% *M. lividus*.

Considerando a los cuatro experimentos, es menor la frecuencia en que se ocupa *M. lividus* y mayor en *T. eiseni*. El total en el primer caso es de 64% y en el segundo el 34% (tabla XIV).

Tabla XIV. Porcentajes de conchas ocupadas en el experimento de selección de la concha.

	T.e.	M.l.	C.c.	T.d.	S.s.	N.o.	TOTAL
Exp. a	(19)	(5)	-	-	-	(1)	25
Machos en Grupo	76%	20%	-	-	-	4	100%
l.c:4.1-5.1							
Exp. b	(16)	(8)	-	(1)	-	-	25
Hembras en Grupo	64%	32%	-	4%	-	-	100%
l.c:4.1-5.3							
Exp. c	(15)	(10)	-	-	-	-	25
Machos aislados	60%	40%	-	-	-	-	100%
l.c:3.4-5.0							
Exp. d	(14)	(11)	-	-	-	-	25
Hembras	56%	44%	-	-	-	-	100%
l.c:3.3-4.7							
TOTALES	(64)	(34)	-	(1)	-	(1)	100

Simbología. ( ) número de eventos; l.c: longitud del cefalotórax en mm; T.e., *Tegula eiseni*; M.l., *Macron lividus*; C.c., *Conus californicus*; T.d., *Terebra danai*; S.s., *Serpulorbis squamigerus*; N.o., No ocupada.

Comparando los resultados, se aprecia que es mayor la preferencia por *T. eiseni* en los casos en que los ermitaños están agrupados, en comparación con los solitarios.

En cuanto a sexo, es mayor la preferencia (en porcentaje) de los machos que de las hembras, por *T. eiseni*.

#### IV.2.5 Juego experimental V (Protección contra la desecación).

Se dejaron seis especies de conchas, con 5 ejemplares cada una, ocupadas por cangrejos ermitaños, bajo los rayos del sol en días soleados en frascos de vidrio. En los experimentos primeramente se trabajó con machos y posteriormente con hembras.

Las especies de conchas utilizadas fueron: *T. eiseni*, *Acanthina paucilirata*, *Littorina planaxis* (las tres comunmente ocupadas por el paguro), *Terebra danai* (habitada por *P. hirsutiussculus*), *Olivella baetica* y *Trivia solandri* (en este caso los cangrejos presentaban conductas atípicas que consistían en movimientos con

'cualquier estímulo).

- Desección de machos.

Los machos que presentaron mayor sobrevivencia fueron los que se encontraban en *T. eiseni* (40 min.), seguido por los de *T. danai* (30 min.) y *Acanthina paucilirata* (30 min.). Abandonaron la concha antes de 10 min, dos cangrejos de *T. eiseni*, dos de *T. danai*, cinco de *A. paucilirata* y cinco de *Trivia solandri* (tabla XV).

- Desección hembras.

Con las hembras, los resultados fueron similares a los del experimento anterior, ya que la mayor sobrevivencia fue de los cangrejos que ocupaban *T. eiseni*, *T. danai* y *A. paucilirata*, aunque algunos individuos se salieron de sus conchas (tabla XVI).

Considerando que con machos y hembras, hubo ermitaños que abandonaron la concha, este experimento se debe considerar como una aproximación.

Comparando los dos experimentos no se observan diferencias notables entre los machos y las hembras.

Tabla XV. Resistencia a la desecación de machos.

Tiempo	Temp.de insolacion	Número de sobrevivientes en conchas de:					
		T.e.	A.p.	O.b.	L.p.	T.d.	T.s.
0 min.	37 ° C	5	5	5	5	5	5
10 "	37 ° C	5(2)	5(5)	5(4)	5(1)	5(2)	5(5)
20 "	37.5°C	5(2)	5(5)	4(4)	4(3)	5(2)	4(4)
30 "	38 ° C	4(2)	1(1)	-	-	1	-
40 "	38 ° C	2(0)	-	-	-	-	-
50 "	37.5°C	-	-	-	-	-	-

Simbología: ( ) número de individuos que abandonaron las conchas; T.e. *Tegula eiseni*; A.p. *Acanthina paucilirata*; O.b. *Olivella baetica*; L.p. *Littorina planaxis*; T.d. *Terebra danai* y T.s. *Trivia solandri*.

Tabla XVI. Resistencia a la desecación de hembras.

		Número de sobrevivientes en conchas de:					
Tiempo	Temp. de insolation	T.e.	A.p.	O.b.	L.p.	T.d.	T.s.
0 min.	37 ° C	5	5	5	5	5	5
10 "	38 ° C	5(1)	5(4)	5(5)	5(3)	5(2)	5(5)
20 "	38.5° C	5(2)	5(4)	3(3)	4(3)	4(3)	3(3)
30 "	38 ° C	3(1)	3(3)	-	1(1)	2(2)	-
40 "	38 ° C	1	-	-	-	-	-
50 "	37 ° C	-	-	-	-	-	-

Simbología: ( ) número de individuos que salieron de las conchas, la cifra que lo antecede es la cantidad de vivos; T.e. *Tegula eiseni*; A.p. *Acanthina paucilirata*; O.b. *Olivella baetica*; L.p. *Littorina planaxis*; T.d. *Terebra danai*; T.s. *Trivia solandri*.

Considerando a los organismos que se quedaron dentro de la concha, la mayor sobrevivencia fue en *T. eiseni* (40 min.), seguido por *T. danai* (30 min.), *L. planaxis* (20 min.) y *A. paucilirata* (20 min.).

En base a lo anterior se puede suponer que es mayor la protección a la desecación que ofrece *T. eiseni*.

## V. DISCUSION.

### V.1 Fase I (Trabajo de Campo).

*Pagurus samuelis* es una especie que habita en playas rocosas, en cambio *P. hirsutiurculus* en pozas de mareas con fondos arenosos. Son especies localmente simpátricas (Reese, 1969), aunque *P. samuelis* es más resistente a la exposición fuera del agua (Haig and Abbott, 1980). La abundancia de cada especie varía de acuerdo a las zonas litorales (Reese, 1969). Bollay (1964), señala que *P. samuelis* se encuentra en la zona mesolitoral superior y *P. hirsutiurculus*, abunda más en la mesolitoral inferior o infralitoral.

Se encontró mayor densidad de *P. samuelis*, lo cual se puede explicar por la distribución de la especie en la zonación litoral, y por el suelo rocoso que predominó en las áreas de muestreo.

En Punta Morro se realizaron exploraciones hacia la zona infralitoral, en la que se observó con alta densidad a *P. hirsutiurculus* en una zona con algas a unos 40 m de la línea media de costa, en profundidades de uno a tres metros, área

donde se localizó también a varios pulpos que, como quedó indicado, son depredadores del ermitaño.

Tal vez a causa de la presencia de este depredador, en la zona infralitoral *P. hirsutiussculus* ocupa preferentemente conchas de *Terebra danai*, proporcionalmente de gran tamaño, ya que los ermitaños se pueden meter una o dos espiras dentro de la concha, quedando las quelas totalmente ocultas.

Según lo observado en el laboratorio, los pulpos para sacar al cangrejo de la concha, meten uno de sus tentáculos por la boca, y si se encuentra ocupada, el apéndice es introducido por uno de los lados de la abertura, jalando finalmente al ermitaño hasta sacarlo. En los casos de conchas vacías o con cangrejos que se encuentren dos espiras adentro, el pulpo introduce su brazo sólo una y a lo sumo dos vueltas de la espira y al no encontrar nada suelta la concha en las inmediaciones de su guarida. Estos hábitos del depredador pueden explicar adecuadamente el tamaño de las conchas que utiliza *P. hirsutiussculus*.

Tomando como base lo señalado por otros autores, se esperaba una menor densidad de ermitaños, aunque se refieren a otras especies y con otra distribución geográfica. Skulli (1979), indica densidades de 40 a 100 individuos por metro cuadrado en *Pagurus longicarpus*. Orians y King (1964)

dan las siguientes cifras: *Diogenes gardineri* de 1.9 a 11.2 ind./metro cuadrado, *Dardanus scutellatus* entre 1.9 y 11.4 ind./metro cuadrado, *Calcinus latens* con 0.8 - 5.5 ind./metro cuadrado. Como se indicó en los resultados, las densidades fueron mayores en los casos que se estudian aquí, lo que aparentemente no refleja los efectos de las marejadas presentes a finales de Enero y mediados de Abril. Sin embargo, al contrastar los datos de los muestreos, se observan variaciones notables que sólo pueden ser explicadas por estos fenómenos.

Las zonas de muestreo, Sn. Miguel y Punta Morro, presentaron diferencia marcada en cuanto al número de organismos obtenidos. En Sn. Miguel, según las observaciones directas realizadas en el campo, fueron muy evidentes los efectos de las marejadas, lo cual se podría corroborar comparando los resultados de los tres muestreos realizados, de los cuales el primero y el tercero después de temporales. En Punta Morro, en cambio, las densidades fueron mayores, lo que pudo ser debido a que los efectos de las marejadas más fuertes habían pasado cuando se realizaron los muestreos.

Otra posible causa de las diferencias en densidades es la distinta pendiente en las dos playas, ya que en Punta Morro es menos pronunciada que en San Miguel. Al haber menor

pendiente, hay mas zonas de proteccion, formadas por las rocas.

La conducta de gregarismo observada en el tercer muestreo, no se logró explicar ya que existian otras pozas que aparentemente presentaban las mismas características, donde los cangrejos estaban ausentes.

En las medidas de los organismos (largo y ancho del cefalotórax), se encontraron diferencias significativas en los valores de los muestreos. Lo primero que se evidencia, es que se trata de zonas diferentes ó bien es probable que se refleje el crecimiento de cohortes poblacionales. Por otro lado, es posible evidencia de un error de muestreo.

En San Miguel los promedios de las medidas variaron de manera notable, observándose medidas muy bajas en el primer y tercer muestreo, posiblemente relacionado con las perturbaciones provocadas por las mareas.

En Punta Morro era de esperarse un incremento de promedio de los tamaños de uno a otro muestreo, pero los resultados indican cambios diferentes, ya que en los muestreos 4, 6 y 7, se observa un aumento gradual de tallas, pero el 5 sale del patrón con un incremento notable, lo que quizás está directamente relacionado con un sesgo en la

colecta.

La distribución de sexos encontrada era de esperarse, porcentajes similares en machos y hembras, tal como lo señalan Bertness (1980b y 1981a) y Fotheringham (1976), para otras especies de paguros. En cuanto al ligero aumento de proporción en machos con respecto al total de hembras, aparentemente se debe a una cuestión fortuita, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los datos.

Considerando que las especies habitantes de regiones templadas generalmente presentan reproducción estacional, es probable que los resultados indiquen un muestreo fuera de la época reproductiva, o bien que en las áreas de muestreo no se localizan hembras con huevo, por presentar otra distribución.

En lo referente a las conchas ocupadas por los ermitaños, su diversidad dependerá de la disponibilidad en el medio, y pueden ser desde 9 hasta 41 especies diferentes (Abrams, 1980; Fotheringham, 1980). *Pagurus samuelis*, utiliza preferentemente conchas de *Acanthina* y de *Tegula*, cuando se encuentra en estado adulto; por otro lado ocupa conchas de *Littorina* como juvenil (Reese, 1969), aunque esto va a depender también de la presencia de otras especies simpátricas. En Pacific Grove California, se encontró que *P. samuelis*, prefiere conchas de *Tegula* y *Littorina* (Bollay,

1964; Orians and King, 1964).

Se identificaron 38 especies de conchas diferentes, algunas de las cuales ocupadas en pocas ocasiones por cangrejos, posiblemente debido a su escasez, o quizás por las preferencias de los ermitaños a otras especies. Las que aparentemente no son preferidas deben ser aquellas en las que se observaron cangrejos en un estado fuera de lo normal, como en *Conus californicus*, *Olivella baetica*, *O. buplicata* y *Serpulorbis squamigerus*.

Las preferidas por los adultos fueron de los géneros *Tegula*, *Acanthina* y *Macrop*, mientras que los juveniles habitan generalmente los géneros *Littorina* y *Lacuna*, lo cual concuerda con lo señalado por los autores antes mencionados.

Las especies de conchas utilizadas por el ermitaño pueden depender de varios factores, como los tipos de conchas existentes en la zona y su mortalidad, depredación y competencia (Reese, 1963).

La diversidad de las especies de conchas ocupadas por el cangrejo ermitaño podría ser indicadora de la disponibilidad del recurso. Para cangrejos ermitaños como *Clibanarius tricolor*, *C. antillensis* y *Calcinus tibicen*, se ha señalado que la diversidad de conchas que utilicen dependerá del área

de estudio, y que puede variar de  $H' = 1.67$  hasta  $H' = 3.44$  (Bach, et. al., 1976), Fotheringham (1980), señala un valor de diversidad de 1.68. En el presente trabajo los valores fueron diferentes, encontrándose desde  $H' = 1.6$  (muestreo 4) hasta  $H' = 3.47$  (muestreo 1), lo que nos puede indicar una variación en el recurso disponible. En ocasiones, al haber pocas conchas vacías de una especie de mayor preferencia, podrán ocupar otras que se encuentren disponibles en su medio ambiente.

Buscando posibles relaciones se agruparon las especies en formas, con fundamento en que la arquitectura de las conchas puede ser importante para escapar de la depredación o como protección al medio ambiente (Bertness, 1981a). Además el crecimiento y el rango de tamaño son influenciados por el tipo de concha (Markham, 1968; Fotheringham, 1976a), indicándose la presencia de modelos preferidos como el de turbante en *P. samuelis*, que es opuesto al de olivo (Reese, 1969).

Las formas se agruparon en base a la clasificación de las especies de conchas a partir de sus características biométricas y mediante el análisis discriminante. Se encontró que diferentes especies comparten algunas proporciones, mientras que hubo conchas que presentaron variaciones intraespecíficas muy marcadas. Esto provocó

errores de clasificación en el análisis discriminante, con un error total de casi el 40 %.

Con la forma de conchas agrupadas en tres categorías: turbante, cónica y alargada, la clasificación del análisis discriminante permitió obtener un mayor porcentaje de aciertos, con un error ligeramente superior al 10%, el que se sale del rango de error permisible en estudios biológicos (del 5%). En consecuencia, la división en las formas propuestas sólo es una aproximación que permite visualizar la preferida por el cangrejo.

Al tratar de predecir la especie de la concha a partir de las características biométricas del cangrejo se falló en casi el 90 % de los casos, en cambio al intentar predecir la forma de la concha, el 56% fueron agrupados correctamente. En los dos casos el error es considerable, por lo que, con las características consideradas, no se puede clasificar a las conchas en función del cangrejo.

Comparando las características biométricas de los ermitaños que habitan las diferentes formas, se encontró que el largo del cefalotórax fue superior en los cangrejos que ocupaban la forma turbante, siguiéndole la cónica, mientras los tamaños menores se encontraban en la forma alargada, habiendo diferencias significativas entre éstas. En relación

al ancho del cefalotórax, se encontró el mismo comportamiento en los datos.

Con las observaciones directas realizadas, se encontró que las conchas en forma de turbante eran de muy diversos tamaños, desde muy pequeñas como *Homalopoma luridum* (largo cercano a 3mm), a muy grandes como *Tegula funebris* (largo cercano o mayor de 20 mm). En las otras formas también había variación en los tamaños, siendo la máxima en el caso de la alargada: desde 2 mm en *Lacuna* y *Littorina*, hasta 30 mm en *Ophioderma ophioderma*.

En general los ermitaños más grandes ocupaban conchas de forma de turbante especialmente *Tegula eiseni*, y los más pequeños, forma alargada, como *Littorina* o *Lacuna*.

En la distribución de abundancias de cangrejos por formas de conchas, las de turbante son las más frecuentemente utilizadas, confirmando las observaciones de Reese (1969), aunque estos resultados probablemente están influidos por la disponibilidad de conchas en el campo. No se encontraron diferencias significativas en la preferencia de cada sexo de los cangrejos por alguna de las formas.

Varios autores han tratado de establecer las relaciones de los cangrejos ermitaños con su concha, determinando

primero los caracteres físicos susceptibles de ser relacionados (forma, tamaño, largo), y posteriormente establecer las proporciones matemáticas que rigen esto.

Mitchell (1976), indica que las relaciones que pueden ser importantes en la selección de la concha por *Pagurus bernhardus*, son el peso, el volumen y el ancho de la abertura de la concha.

Reese (1963), para *Calcinus laevimanus*, concluye que el factor peso es más importante que el volumen en la selección. En cambio Conover (1978b), observó que para *Pagurus pollicaris* y *P. longicarpus*, es más importante el volumen que el peso, lo cual corroboró en experimentos de laboratorio.

Con *P. samuelis*, Reese (1962) indica que cuando los cangrejos tienen pesos menores ocupan preferentemente conchas de *Tegula funebris* y cuando son mayores, prefieren a *Acanthina spirata*.

Por otro lado, se ha tratado de evaluar la relación del cangrejo con la concha, utilizando como herramienta principal el análisis de regresión, considerando como variables independientes a las medidas del cangrejo y como dependientes a las de las conchas.

Hazlett (1970), en *Clibanarius zebra*; *Calcinus laevimanus* y *C. latens*, encontró relación del peso de la concha con la longitud del cefalotórax, con valores de  $r$  cuadrada, desde 0.58 hasta 0.75.

Vance (1972a), calculó la relación entre el peso del cangrejo y el ancho de la concha para *Pagurus hirsutiussculus*, *P. beringanus* y *P. granosimanus*, con valores de  $r$  cuadrada de 0.839, 0.945 y 0.940 respectivamente.

Bach, et. al. (1976), señalan coeficientes de regresión entre 0.28 y 0.88 para el tamaño del cangrejo contra el peso de la concha en diferentes áreas de muestreo y con los ermitaños *Clibanarius tricolor*, *C. antillensis* y *Calcinus tibicen*.

Scully (1979), encuentra coeficientes con valores entre 0.57 y 0.72, al comparar el peso de *Pagurus longicarpus* con el peso de las conchas que utiliza, además indica una relación entre 0.55 y 0.69 para la longitud del cefalotórax contra el ancho de la abertura de la concha.

Bertness (1980b), también con la ecuación de regresión y considerando como variable dependiente a la longitud del cangrejo y como independiente al peso de la concha, señala coeficientes de 0.68 hasta 0.93, trabajando con *Clibanarius*

*albidigitus*, *Calcinus obscurus* y *Pagurus* sp. contra siete especies de conchas.

Después de analizar los diferentes criterios, es difícil suponer las principales relaciones cangrejo-concha, ya que variarán dependiendo de la especie con que se trabaje y las relaciones ecológicas que guarden con su medio.

En los resultados al evaluar la relación cangrejo - concha mediante el análisis de correlación, sobresalen por su alto valor las correlaciones del diámetro mínimo de la concha contra el largo y ancho del cefalotórax (corr. total 0.84 y 0.83 respectivamente). Es probable que esto sea debido a que *Pagurus samuelis*, escoje conchas en las cuales el cuerpo del cangrejo queda ajustado al interior, especialmente en la parte dorsoventral, con el fin de poder realizar mayor presión en el interior con las patas al ocultarse; por otro lado, de acuerdo con las observaciones directas, se corroboró que esta especie cubre la boca de la concha con la quela derecha, por lo tanto se esperaría que existiese una correlación alta con las medidas de la abertura.

Se esperaban valores bajos o muy variables en la relación entre las medidas del ermitaño con el ancho y largo de la concha, ya que de acuerdo a la forma de la concha variarían sus proporciones. Al considerar estas

características biométricas en base a la forma de la concha, es de esperarse se elimine el sesgo, y en consecuencia que se tenga una mejor aproximación de la relación del largo y ancho de la concha con las medidas del cangrejo. Lo que se encuentra con esto son valores de correlación un poco más bajos en comparación a los del contraste del diámetro máximo y mínimo de la boca de la concha contra las medidas del cangrejo, lo que nos indica una mayor selección del ermitaño por el tamaño de la boca.

Las correlaciones del peso de la concha con el ancho y largo del cefalotórax, largo del escudo dorsal, largo y ancho del quelipodo derecho de los cangrejos no fueron muy altas, lo que no era esperado de acuerdo a lo indicado por Vance (1972b) y Bertness (1980b).

Otro tipo de análisis de correlación, es el de comparar las características de los cangrejos contra las de cada especie de concha, se han señalado valores de 0.84 a 1.00 (Kellog, 1976).

Se efectuaron análisis de correlación para las siete especies de concha más frecuentemente utilizadas por *Pagurus samuelis* en las zonas de muestreo (tabla XVII), encontrándose valores en general más bajos a los consignados en la bibliografía.

Al comparar el largo de cefalotbrax de los cangrejos contra las características de cada especie de concha, se realizaron estimaciones que van desde 0.47 hasta 0.99. Las mayores relaciones se presentaron con *Acanthina lugubris* y *Tegula planaxis*.

Tabla XVII. Coeficientes de correlación con las especies de conchas más frecuentes.

Característica de las Conchas	Largo del Cefalotbrax del cangrejo contra cada característica por las especies de conchas siguientes:						
	T.e.	T.p.	M.l.	A.p.	T.f.	L.p.	A.l.
Largo	0.76	0.91	0.52	0.68	0.82	0.85	0.70
Ancho	0.81	0.87	0.83	0.47	0.47	0.66	0.57
Di.máximo	0.84	0.90	0.88	0.79	0.76	0.85	0.99
Di.mínimo	0.83	0.90	0.90	0.55	0.77	0.81	0.98

Simbología: T.e. *Tegula eiseni*; T.p. *Tegula planaxis*; M.l. *Macrop lividus*; A.p. *Acanthina paucilirata*; T.f. *T. funebris*; L.p. *Littorina planaxis*; A.l. *A. lugubris*.

Considerando la frecuencia en que fue encontrada *Tegula eiseni* por el ermitaño, era de esperarse que las relaciones del cangrejo con esta especie fueran estrechas, sin embargo no fue así lo que probablemente se explica por la variación intraespecífica de *T. eiseni*, o por la posible escasez de conchas de tamaño óptimo para los cangrejos.

En la colecta vertical se capturaron muy pocos *Pagurus hirsutiussculus*, lo cual está en relación con el fondo rocoso de la zona de muestreo, más adecuado a *P. samuelis*. Esta última especie, fue la más frecuentemente encontrada, especialmente en profundidades menores de 0.5 m, como en las estaciones 3,9 y 15 (colecta vertical), cercanos a la zona mesolitoral superior. En los puntos de mayor profundidad fue ocasionalmente encontrado y la densidad decrecía hacia la zona infralitoral.

Las diferencias entre la cantidad de organismos colectados en cada una de las salidas probablemente fueron debidas a las condiciones climáticas, ya que en la primera salida las corrientes fueron muy tranquilas en comparación a las observadas en la segunda salida, en la cual se colectó pocos material.

*Pagurus samuelis*, se encontró ocupando frecuentemente conchas de *Tegula eiseni*.

. Las conchas más abundantes con el gasterópodo vivo, fueron *T. eiseni*, después *T. gallina* y *T. funebris*. De las vacías se distinguen por su número *Olivella baetica*, seguida de *C. californicus*.

Se encontró mayor densidad de organismos vivos de *T. eiseni* de la estación 16 a la 25, y las vacías de la 2 a la 14, estas últimas coinciden con la distribución de los pagúridos, lo que nos hace suponer un acarreo de la zona infralitoral a la supralitoral, por parte de los cangrejos.

En *O. baetica* vacías, se encuentran mayores densidades de la estación 1 a la 13, y las vivas en las estaciones de mayor profundidad, pero a diferencia de *T. eiseni*, es rara vez ocupada por el ermitaño, lo que hace no aplicable la suposición de acarreo por el cangrejo a la zona supralitoral. En este caso la posible explicación es el acarreo por las mareas.

Analizando la distribución de todas las especies de conchas vacías encontradas, parece ser congruente que el acarreo de conchas sea por el cangrejo y por las mareas.

Las marejadas observadas tal vez tengan relación con el acarreo, pero después de un año de la colecta, en observaciones directas, se encuentra una distribución similar

de conchas, por lo que es probable que el acarreo por marejadas solo haya sido eventual y que constantemente se presente el transporte por mareas y ermitaños.

## V.2 Fase II (Experimentación bajo condiciones controladas).

### V.2.1 Juego experimental I (crecimiento)

No se reconoció ninguna relación a la decoloración producida ninguna relación con las características medidas u observadas. Es probable que se haya debido a la dieta utilizada.

Este juego experimental es una comparación del efecto de la presencia de concha sobre el crecimiento del cangrejo con la presencia o ausencia de concha, tomando como base que en la naturaleza las conchas vacías pueden escasear (Kellog, 1971; Childress, 1972; Vance, 1972b), lo que puede provocar una reducción en el rango del crecimiento del cangrejo al utilizar conchas de tamaño reducido (Fotheringham, 1976a; Bertness, 1981d).

Al dejar al cangrejo ermitaño en su concha original durante un tiempo prolongado, es de esperarse que en las primeras semanas los organismos estén en condiciones similares a las naturales, pero conforme aumenten de tamaño la concha dejará de ser adecuada, y en consecuencia los cangrejos reducirán su crecimiento y ciclos de intermuda. Esto se podrá contrastar con el tratamiento "b", en el que se procuró mantener conchas de diferentes formas y con tamaños acordes al crecimiento del organismo, esperándose, en consecuencia, que las conchas siempre fuesen las más adecuadas.

En los tratamientos "c" (desnudos con una concha no utilizable) y "d" (desnudos sin conchas), los organismos se encontraban en condiciones desfavorables, ya que en la naturaleza sólo de manera excepcional y en estados larvarios se encuentra a los cangrejos sin su concha.

Al comparar los resultados obtenidos entre tratamientos, se evidenciaron diferencias en los ciclos de intermuda, crecimiento y sobrevivencia.

Relacionado con los ciclos de intermuda, en un cultivo similar al utilizado en el presente trabajo, pero con *P. longicarpus*, se registró un ciclo de 21 días en aproximadamente el 25% de 142 cangrejos autotomizados

(Weis,1982). Considerando la especie y las variaciones de las condiciones de cultivo, al extrapolar los resultados antes indicados, podríamos suponer que en 156 días en el mejor de los casos, obtendríamos 6 ciclos de intermuda, lo cual está un poco alejado de lo obtenido, ya que el máximo observado fue de 5 ciclos para el tratamiento "a" en sólo un individuo, que pudo ser una variación fortuita. En el quinto ciclo, hubo una mayor cantidad de organismos que lograron completarlo (3 en el trat. "a" y 4 en "b"), lo que lleva a considerar que para *P. samuelis* con concha, la cantidad de ciclos a esperar en 156 días sería de 4.

Markham (1968), en *P. bernhardus* con longitudes de 5 a 6.7 cm y que poseían acceso a conchas grandes (como en el tratamiento "b" del presente trabajo), indica en el primer ciclo de intermuda observado un tiempo de 34 a 152 días (alta variación en el tiempo). Si se extrapolaran estos resultados al presente experimento, se tendría en 156 días de 0 a 3 ciclos de intermuda. Los datos son de especies diferentes, especialmente en tamaño, lo que hace imposible la extrapolación, siendo válido el constatar la inmensa variabilidad individual en ejemplares sometidos al mismo régimen experimental.

Los resultados de número de cangrejos que al menos presentan un ciclo de intermuda, hacen muy evidentes las

diferencias entre los tratamientos de organismos con concha ("a" y "b") de los desnudos ("c" y "d"), siendo mayor el número en los primeros. Estas diferencias también se presentan con el promedio de ciclos y con los días de duración de cada ciclo.

Los organismos con tres conchas presentan el mayor promedio de las diferencias del número de ciclos de intermuda, seguido de aquellos que tienen sólo una concha, posteriormente los de una concha no utilizable y con el más bajo promedio, los desnudos sin conchas. Lo anterior muestra el orden que se suponía, desde las condiciones más naturales hasta las más artificiales.

En el promedio de días de duración de cada ciclo, las diferencias entre los tratamientos en el primer ciclo son mínimas, pero a partir del segundo ciclo lo notable es la desaparición de mudas en los cangrejos sin concha, lo cual indica que los efectos de la ausencia de las conchas son acumulativos. También se observa en el primer ciclo valores relativamente altos que indican la presencia de un factor externo: la iluminación continua durante las 24 horas en el laboratorio. La fecha promedio de inicio del segundo ciclo, coincide aproximadamente con un cambio de iluminación a períodos de 12 horas con luz y 12 horas de obscuridad, siendo a partir de entonces el promedio de la

duración de cada ciclo relativamente menor.

Si se considera que no hay diferencias entre los tratamientos "a" y "b" por un lado y "c" con "d" por otro, se pueden obtener promedios ponderados por parejas (figura 13). Para el primer par, el primer ciclo tiene una larga duración (37.32 días), en el segundo un descenso brusco (24.58 días), y del segundo al quinto un continuo incremento en la duración de cada ciclo.

El primer ciclo se puede relacionar con las condiciones de fotoperíodo mantenido en el primer mes con luz continua, mientras que a partir del segundo mes se mantuvieron ciclos de luz -obscuridad, lo que puede explicar la gran duración del primer ciclo, indicando que la recuperación del fotoperíodo natural es importante para animales que estén en condiciones "normales" (con una concha) y no influyen si están desnudos (sin ocupar concha).

El incremento continuo que se presenta en la duración del segundo al quinto ciclo de intermuda, era lo esperado, ya que conforme los crustáceos crecen va ampliándose el tiempo de intermudas.

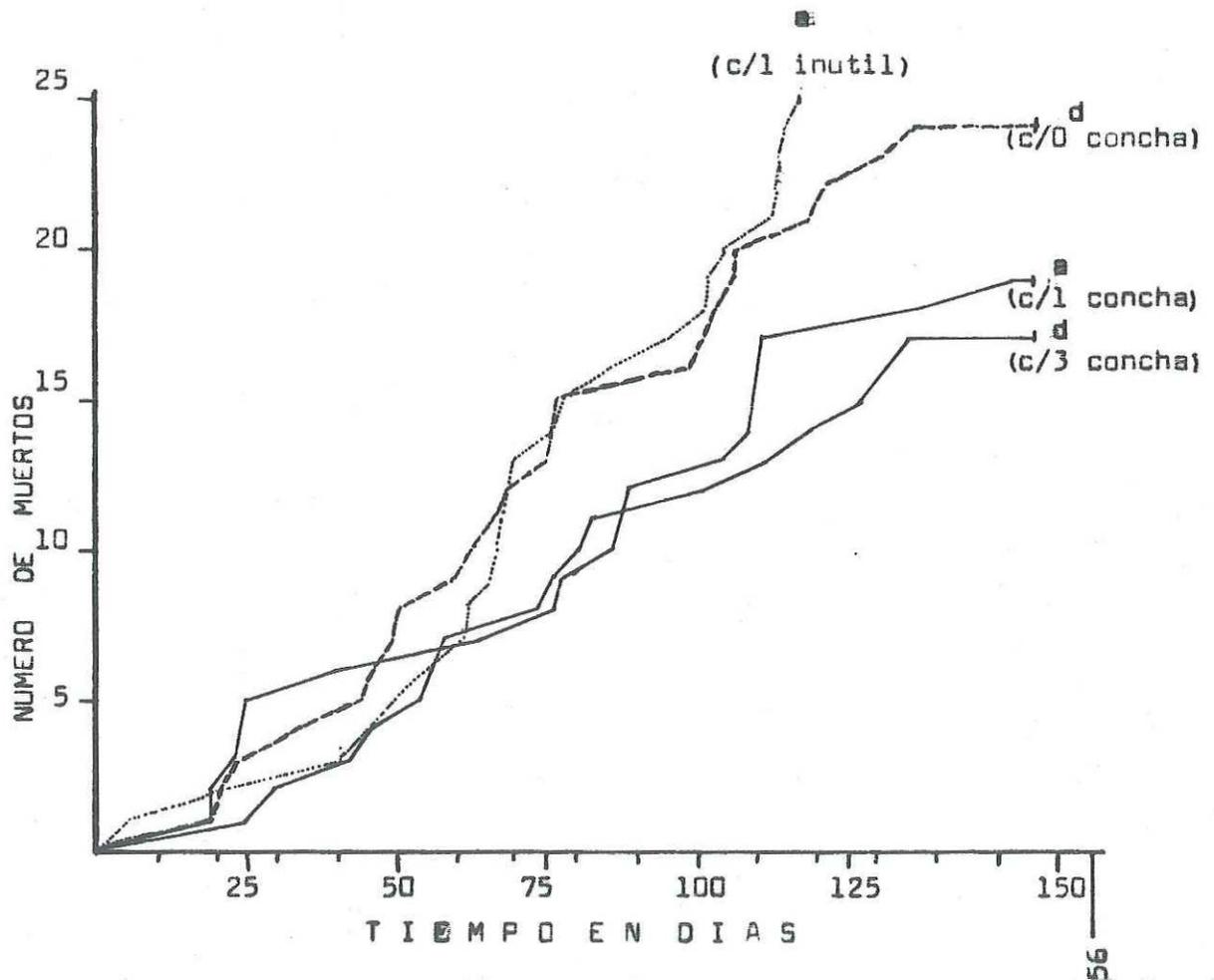


Figura 13. Mortalidad de los cangrejos en el experimento de crecimiento.

En el promedio de los tratamientos "c" + "d", se obtienen datos sólo del primer y del segundo ciclo, en los que se muestra un descenso ligero en el tiempo de duración (34.57 a 37.50 días). Esto muestra que el efecto del cambio de fotoperíodo fue bajo y en consecuencia el principal factor que actúa sobre los cangrejos es la ausencia de concha.

Las diferencias en el crecimiento durante el primer ciclo entre los tratamientos "a", "c" y "d" no son muy notables, pero en el "b" el incremento es mayor proporcionalmente. Estas variaciones pueden ser debidas a la irregularidad en el crecimiento de estos organismos, lo que indica que en este período los efectos del poseer o no concha, no son evidentes en el crecimiento.

Los resultados en conjunto evidencian un crecimiento muy irregular en los paguros, ya que por ejemplo en el primer ciclo del tratamiento "a" el incremento es alto, en el segundo menor, en el tercero más bajo y en el cuarto hay un notable incremento. Markham (1968), menciona que este tipo de irregularidades son normales en muchos crustáceos decápodos.

En la sumatoria de los porcentajes de incremento de los tratamientos "a" y "b", en los cuatro primeros ciclos,

hay diferencias notables, siendo mayor en el "b" y menor en el "a", por lo que podemos concluir que la falta de conchas alternativas reduce la tasa de crecimiento.

Como se indica en los resultados, la sobrevivencia es mayor cuando los cangrejos disponen de conchas utilizables (en trat. "a" y "b") que cuando no la tienen (trat. "c" y "d"). Analizando gráficamente los resultados, se observan líneas similares entre los tratamientos "a" y "b", y entre el "c" y "d" (específicamente a partir de los 75 días), con una mayor sobrevivencia en los primeros. Esta semejanza de los comportamientos gráficos por parejas no refleja con tanta claridad lo que se esperaba (mayor sobrevivencia en el tratamiento "b", menor en el "a" y más baja en el "c" y "d"), e incluso puede sugerir que el sistema de cultivo no fué el más adecuado.

Considerando que todos los cangrejos estaban sometidos al mismo sistema de cultivo, al comparar los tratamientos "a" y "b", los resultados muestran que al poseer sólo una concha ocupable, la mortalidad de los cangrejos no se verá notablemente afectada, y compensándose esto con menos mudas y crecimiento.

El comportamiento gráfico de los tratamientos "c" y "d", está dentro de lo esperado, a pesar que se tenía

predicha una menor sobrevivencia.

Una de las suposiciones hecha al inicio del experimento, era que "los cangrejos sólo cambian de concha conforme crecen", pero en el tratamiento en que disponían de tres conchas ("b"), algunos cangrejos cambiaban entre mudas un número variable de veces, desde utilizar una durante dos o tres ciclos (cangrejo 30 y 24), hasta cambiar 9 veces en un ciclo (cangrejo 35b). En los resultados no se encontró ningún aspecto conductual o biométrico que se pudiera relacionar con esta variación.

#### V.2.2 Juego experimental II (Depredación).

Diversos organismos pueden ser depredadores de los ermitaños en sus diferentes etapas de crecimiento. Aun los huevos y zoeas pueden ser consumidos por organismos que habitan también en la misma concha como, por ejemplo, *Hydractinia*, poliquetos, anfipodos y pequeños camarones y cangrejos (Fotheringham, 1976c).

Los ermitaños adultos pueden ser depredados por pulpos *Octopus vulgaris* (Ross, 1971), peces como *Gibbonsia elegans* y *G. metzi* (Mitchell, 1953 citado por Reese,

1969), aves (Recher, 1966 citado por Reese, 1969), cangrejos como *Pachygrapsus*, *Hemigrapsus*, *Calappa* (Reese, 1969), ó anémonas (T. Brand, comunicación personal).

Se encontró que organismos como el cangrejo *Pachygrapsus crassipes*, los peces *Hypsoblennius gilberti* y *Girella nigricans*, pueden ser depredadores muy activos de los ermitaños, pero la concha que utilizan estos últimos les brinda una excelente protección, por lo que estos depredadores en la naturaleza lo son sólo potencialmente.

El pulpo (*Octopus* sp.), ha sido señalado como un activo depredador de los ermitaños (Reese, 1969). En el presente trabajo resultó ser, además de un buen depredador, un organismo con características morfológicas que disminuyen la efectividad de las conchas que utilizan los ermitaños. Se observó que el pulpo no selecciona la especie de la concha ni del cangrejo, como tampoco el sexo del ermitaño, por lo que se le puede considerar como un depredador generalizado de paguros.

Por sus hábitos sésiles es difícil que las anémonas puedan atacar a los ermitaños en su medio ambiente natural, aunque de manera fortuita ó artificial, es posible que los cangrejos caigan en el área oral y sean consumidos.

En el primer experimento realizado con *Anthopleura elegantissima* se dejaron libremente los ermitaños con la anémona, lo que es similar a las condiciones naturales en que se encuentran; el resultado de ningún cangrejo consumido era lo esperado, ya que las anémonas no tienen un mecanismo eficiente para que por sí solas atrapen al ermitaño.

Se han realizado experimentos en los cuales a las anémonas se les ha dado pagúridos directamente en la zona oral, encontrándose que son consumidos los cangrejos de áreas diferentes en las que se encuentran las anémonas (T. Brand, comunicación personal). Se tomó como base la experiencia anterior para el segundo experimento, por lo que se les dió los cangrejos directamente en la "boca". Siendo condiciones artificiales, los resultados sólo permiten suponer la acción de la anémona como depredadora.

*Anthopleura elegantissima*, después de un ayuno, resultó ser también un buen depredador del ermitaño, ya que la concha no es un impedimento, contrariamente a lo esperado.

V.2.3 Juego Experimental III (competencia intraespecifica).

Las especies que habitan en playas rocosas generalmente presentan gran tolerancia a los factores medioambientales, por lo que los parámetros biológicos pueden tener un efecto mayor como efectos limitantes (Reese, 1969).

Los cangrejos ermitaños dependen enormemente de la presencia de conchas utilizables, por lo que al existir escasez de éstas (Hazlett, 1970b), pueden llegar a convertirse en un recurso limitante (Fotheringham, 1976c), lo que afecta el tamaño de la población (Spight, 1977). Los organismos, en consecuencia, desarrollan adaptaciones conductuales, como la de repartirse el recurso (Hazlett, 1978), utilizar otros objetos como protección (Fotheringham, 1976b) ó bien competir por las conchas vacías (Hazlett, 1970a; Bertness, 1981c), tanto interespecíficamente como intraespecíficamente, siendo mayor esta última forma de competencia (Abrams, 1980).

En áreas donde existe una superposición en la preferencia de conchas de dos especies diferentes, uno de los resultados de la competencia interespecífica es la

reducción de las tasas reproductivas de los organismos y la repartición de nichos, con lo que finalmente se evita o reduce la competencia (Bach and Rittschoff, 1976).

En otros casos el resultado de la competencia es el incremento de conductas agresivas (Grant y Ulmer, 1974), o bien, de acuerdo al principio de exclusión competitiva entre especies, la diferenciación ecológica, expresada en cualquiera de sus múltiples formas (Vance, 1972a).

En esta investigación se experimentó la competencia intraespecífica, debido a que se le ha considerado de mayor importancia que la interespecífica en los ermitaños (Abrams, 1980). Además, en la zona de muestreo sólo de manera eventual se encontraron cangrejos de otra especie.

Al dejar organismos desnudos por pares y en presencia de sólo una concha vacía, se les obliga a competir por el recurso necesario y limitado, la concha, que en todos los casos fue *Tegula eiseni*, la más utilizada por *Pagurus samuelis* en la zona de estudio.

Para el análisis de los resultados es necesario considerar que el triunfo en la obtención del recurso por los competidores puede ser por dos diferentes caminos: 1. el competidor puede ser más eficiente para obtener el

recurso, 2. un competidor puede impedir el acceso del otro competidor al recurso (Bertness, 1981), entendiendo que en primer caso, uno de los animales se apropia directamente de la concha, eludiendo el enfrentamiento, mientras que en el segundo, el animal busca el enfrentamiento antes de utilizar el recurso en disputa.

En el presente trabajo, los paguros utilizaron el segundo camino, lo que podría explicar que al colocar a los dos cangrejos desnudos, peleaban antes de ocupar la concha, pero a veces después de haberla tocado.

En los resultados también se evidenció un comportamiento muy constante en el enfrentamiento, en la que un cangrejo quedaba inmóvil después de cierto tiempo mientras el vencedor recorría el acuario hasta ocupar la concha.

Otro aspecto muy interesante es la tendencia a formarse cierta jerarquía de dominancia, desde un máximo ganador al máximo perdedor, lo que no fue posible relacionar con ninguno de los parámetros considerados (tamaño y color), y muestra la existencia de organismos de mayor agresividad, seguramente genética.

#### V.2.4 Juego experimental IV (preferencia por conchas).

Los cangrejos ermitaños seleccionan las conchas que ocuparán utilizando sus organos sensorios (Reese, 1963) y se ha observado que *Pagurus samuelis* adulto prefiere conchas de *Tegula funebris* (Taylor, 1981; Orians and King, 1964; Bollay, 1964), ocasionalmente *Norrissia norrissi*, *Acanthina spirata*, *Thais emarginata* y muy rara vez *Olivella biplicata* (Reese, 1969).

En los diversos experimentos realizados (cangrejos en grupo y aislados, tanto para machos como en hembras) en presencia de conchas de cinco especies alternativas, que correspondían a tamaños adecuados para el cangrejo, se obtuvo como resultado una mayor preferencia por *Tegula eisepi*, que en su morfología no difiere mucho de *T. funebris*. Este resultado era lo esperado, confirmandose las observaciones de otros autores. También explica el por qué esta concha se haya encontrado frecuentemente ocupada por *P. samuelis* en los muestreos de campo.

La concha que ocuparon en segundo lugar de preferencia fue *Macron lividus*, no señalada por otros autores, pero morfológicamente similar a *Acanthina* spp., que es común encontrarla ocupada por *P. samuelis* (Reese,

.1969; Orians and King, 1964; Bollay, 1964).

Una especie ocupada de manera eventual fue Terebra danai, la cual, hacia la zona infralitoral a unos 30 m de la línea de costa y en una zona de algas rojas, se observó frecuentemente ocupada por P. hirsutiunculus.

Con esto se muestra que la selectividad de la concha va a depender de la especie de cangrejo de que se trate.

De las conchas ofrecidas en el experimento, en ningún caso fueron ocupadas Serpulorbis squamigerus ni Conus californicus, lo que concuerda con el hecho que en los muestreos estas especies aparecieran ocupadas sólo en raras ocasiones por el ermitaño.

En los resultados, sólo en una ocasión se observó un comportamiento no esperado, es decir que un cangrejo no utilizara ninguna concha, lo cual es difícil de interpretar.

V.2.5 Juego experimental V (protección contra la desecación).

Los cangrejos ermitaños que habitan en las playas, en ocasiones pueden quedar expuestos por grandes periodos de tiempo a la desecación, lo que puede provocar su muerte. Algunos ermitaños como *Pagurus samuelis*, poseen mecanismos para soportar estas condiciones adversas (Bollay, 1964), tales como controlar el rango de evaporación de sus cuerpos, aprovechando además el uso de sus conchas como una eficiente protección contra el sol (Young, 1978 y 1980; Taylor, 1981).

En este juego experimental, se trabajó con machos y hembras en condiciones extremas de insolación, ya que los organismos fueron introducidos en frascos de cristal transparentes (de 125 ml), con lo que la temperatura interior alcanzó temperaturas de 38 C. El resultado, muestra que la concha que protegió más eficientemente a los cangrejos de la desecación fue *Tegula eiseni*, seguida de *Acanthina paucilirata* y *Terebra danai*.

Probablemente *T. eiseni*, haya sido una eficiente protección debido a que el ermitaño cubre la abertura de la concha con la quela derecha, lo que hace más factible

que se conserve la humedad y por lo tanto exista menor desecación. En *A. paucilirata* y *T. danai*, los organismos utilizan el mismo mecanismo para cubrir la abertura, pero por su forma es fácil que la humedad escape por los lados del quelipodo, ya que no ajusta tan adecuadamente como en *T. eisepi*. En *Q. baetica* y *T. solandri*, por la forma en que quedan colocados los organismos, la quela no ajusta con la abertura, por lo que quedan sometidos fuertemente a la desecación.

Este análisis evidencia que la muerte se produce más bien por la deshidratación que por el alza desmedida de la temperatura.

## VI CONCLUSIONES.

1. *Pagurus samuelis* se encuentra con mayor abundancia en Punta Morro que en Punta San Miguel, ocupando preferentemente conchas de *Tegula eiseni*, pero pudiendo utilizar otras 38 especies.
2. Las conchas más frecuentemente ocupadas por los adultos son de los géneros *Tegula* y *Acanthina*, y por juveniles, *Littorina* y *Lacuna*.
3. En la distribución vertical, *P. samuelis* se distribuye en la zona mesolitoral media y superior, abundando en un rango de dos a diez metros de la línea de costa. La otra especie encontrada, *P. hirsutiussculus*, prefiere la zona infralitoral y ocupa conchas alargadas como *Terebra danai*, lo que muestra que la preferencia por las conchas va a depender de la especie de ermitaño que se trate.
4. La forma de concha preferida por *P. samuelis* fue de turbante, considerada mejor que las otras dos formas alterativas ofrecidas (cónica y alargada).
5. Las correlaciones más altas que se presentaron entre el cangrejo y la concha que utilizan como protección, fueron de

las medidas del quelipodo derecho contra el tamaño de la abertura de la concha.

6. En condiciones controladas, la ausencia de conchas de protección reduce a mediano plazo el número de ciclos de intermuda y el crecimiento. Más tarde, los ciclos se interrumpen definitivamente.

7. La tasa de crecimiento de estos organismos en condiciones normales, es muy variable. En cambio la duración de los ciclos de intermuda tienen un incremento regular conforme los animales crecen.

8. Los cangrejos pueden cambiar de concha varias veces durante un ciclo de intermuda, lo que aparentemente no se puede relacionar con el crecimiento.

9. La concha ofrece una buena protección contra depredadores como *Pachygrapsus crassipes*, *Hypsoblenius gilberti* y *Girella nigricans*; pero no es tan eficiente contra *Octopus* sp. y en condiciones artificiales tampoco lo es para *Anthopleura elegantissima*.

10. El pulpo es un depredador activo que no selecciona especie de concha ni sexo y especie de cangrejo.

11. Existen individuos dominantes, lo cual no se relaciona con su tamaño, sexo ni color.

12. En la competencia intraespecífica, se demostró que un ermitaño impide el acceso de otro a un recurso limitante (una concha vacía), en base a la dominancia que se establecía luego que en un enfrentamiento el contrincante quedaba con las patas hacia arriba e inmóvil.

13. Bajo condiciones controladas, *P. samuelis* selecciona preferentemente conchas de *T. eiseni*, sobre otras.

14. La protección más eficiente contra la desecación, la brindan conchas de *T. eiseni*.

## VII. LITERATURA CITADA.

- Abrams, P. A. 1980. Resource partitioning and interspecific competition in a tropical hermit crab community. *Oecologia* 46:365-379.
- Bach, C.; B. Hazlett and D. Rittschof. 1976. Effects of interspecific competition on fitness of the hermit crab Clibanarius tricolor *Ecology* 57:579-586.
- Bertness, M.D. 1980. The influence of shell-type on hermit crab growth rate and clutch size (Decapoda, Anomura). *Crustaceana* 40 :197-205.
- Bertness, M.D. 1981a. Competitive dynamics of tropical hermit crab assemblage. *Ecology* 62 :751-761
- Bertness, M.D. 1981b. Conflicting advantages in resource utilization: the hermit crab housing dilemma. *Am. Nat.* 118: 432-437
- Bertness, M.D. 1981c. Interference exploitation, and sexual components of competition in a tropical hermit crab assemblage. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 49: 189-202.

- Bertness, M.D. 1981d. Pattern and plasticity in tropical hermit crab growth and reproduction. *Am. Nat.* 117 : 754-773.
- Bertness, M.D. 1981e. Predation, physical stress and the organization of a tropical rocky intertidal hermit crab community. *Ecology* 62 :411-425.
- Bertness, M.D. 1981f. Seasonality in tropical hermit crab reproduction in the Bay of Panama. *Biotropica* 13 :292-300.
- Bogghen, A.D. and J.D. Castell. 1979. A recirculating system for small-scale experimental work on juvenile lobster (*Homarus americanus*). *Aquaculture*. 18: 383-387.
- Bollay, M. 1964. Distribution and utilization of gastropod shell by the hermit crab *Pagurus samuelis*, *Pagurus granosimanus* and *Pagurus hirsutiunculus* at Pacific Grove California. *Veliger* (suppl.) 6: 71-76.
- Caine, E.A. 1980. Adaptations of a species of hermit crab (Decapoda, Paguridea) inhabiting sessile worm tubes. *Crustaceana* 38: 306-310.

- Childress, J.R. 1972. Behavioral ecology and fitness theory in a tropical hermit crab. *Ecol.* 53: 960-964
- Coffin, H.G. 1954. The biology of *Pagurus samuelis* (Stimpson). Doctora Thesis, Biological Science, Univ. Souther Calif. 212 pp.
- Coffin, H.G. 1960. The ovulation, embriology and developmental stages of the hermit crab *Pagurus samuelis* (Stimpson). Walla Walla College Publ. 25: 1-30
- Conover, M.R. 1976. The influence of some symbionts on the shell selection behaviour of the hermit crabs *Pagurus pollicarus* and *Pagurus longicarpus* *Anim. Behav.* 24: 191-194
- Conover, M.R. 1978b. The importance of various shell characteristics to the shell-selection behavior of hermit crabs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 32: 131-142
- Drach, P. et C. Tchernigovtzeff. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et Milieu*, ser. a, 18: 595-610.

- Elwood, R.W.; A. McClean and L. Webb. 1979. The development of shell preferences by the hermit crab Pagurus bernhardus. Anim. behav. 27: 940-946
- Fotheringham, N. 1976a. Effects of shell stress on the growth of hermit crabs. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 23: 299-305
- Fotheringham, N. 1976b. Hermit crab shells as limiting resource. Crustaceana 31 : 194-197
- Fotheringham, N. 1976c. Population consequences of shell utilization by hermit crabs. Ecology 57: 570-578
- Fotheringham, N. 1980. Effects of shell utilization on reproductive patterns in tropical hermit crabs. Mar. Biol. 55: 287-293
- Grant, W.C. Jr. and K.M. Ulmer. 1974. Shell selection and aggressive behavior in two sympatric species of hermit crabs. Biol. Bull. 146:32-43
- Haig, J. and D.P. Abbott. 1980. Macrura y Anomura: The ghost shrimps, hermit crabs and allies. En Morris, D.P. Abbott y E.L. Haderlie. Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press.

- Hazlett, B.A. 1968. Size relationships and aggressive behavior in the hermit crab *Clibanarius vittatus*. Z. Tierpsychol. 25:608-614
- Hazlett, B.A. 1970a. Interspecific shell fighting in three sympatric species of hermit crabs in Hawaii. Pacif. Sci. 24: 472-482
- Hazlett, B.A. 1970b. The effect of shell size and weight on the agonistic behavior of an hermit crab. Z. Tierpsychol. 27:369-374
- Hazlett, B.A. 1972. Shell fighting and sexual behavior in the hermit crab genera *Paguristes* and *Calcinus* with comments on *Pagurus*. Bull. Mar. Sci. 27: 806-823
- Hazlett, B.A. 1978. Shell exchanges in hermit crabs: Aggression, negotiation or both?. Animal Behavior. 26 : 1278-1279
- Krebs, Ch. J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. 1er.ed. U.S.A. Harper and Row.
- Kellog, C.V. 1976. Gasteropod shell a potentially limiting resource for hermit crabs. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.

22:101-111

- Markham, J.C. 1968. Notes on growth-patterns and shell utilization of the hermit crab Pagurus bernhardus (L.). Ophelia 5:189-205
- McLaughlin, P.A. 1974. The hermit crabs (Crustacea, Decapoda, Paguridea) of Northwestern North America. Zoo. Verh. 130: 4-17, 166-175.
- McLaughlin, P.A. 1976. A new Japanese hermit crab (Decapoda, Paguridae) Resembling Pagurus samuelis (Stimpson). Crustaceana 30 :13-26
- McMillan, F.E. 1972. The larvae of Pagurus samuelis (Decapoda: Anomura) reared in the laboratory. Bull. Sc. Calif. Acad. Sci. 70: 58-68.
- Mitchell, K.A. 1975. An analysis of shell occupation by two sympatric species of hermit crab. I. Ecological factors. Biol. Bull. 149:205-213
- Morris, J.A. 1966. A Field guide to Pacific shells. 2da. ed Houghton Mifflin Co. Boston. U.S.A.
- Nie, N.H.; J.G. Jenkins; K. Steinbremer and D.H. Bent.

1975. SPSS Statical Package for the Social Sciences.  
1st. ed. U.S.A. McGraw-Hill.
- Orians, G.H. and C.E. King. 1964. Shell selection and  
invation rates of some Pacific hermit crabs. *Pacif.  
Sci.* 18:297-306
- Reese, E.S. 1962. Shell selection behavior of hermit crabs.  
*Anim. Behav.* 10:347-360
- Reese, E.S. 1963. The Behavioral mechanisms underlying  
shell selection by hermit crabs. *Behav.* 21:78-126
- Reese, E.S. 1969. Behavioral adaptations of intertidial  
hermit crab. *Am. Zool.* 9 :343-355
- Ross, D.M. 1971. Protection of hermit crabs *Dardanus* spp  
from Octopus by comensal sea anemona *Calliactis* spp.  
*Nature* 30:401-402
- Rutherford, J.D. 1977. Removal of living snails from their  
shells by a hermit crab. *Veliger.* 19(4):438-439
- Ryan, T.A. 1978. Minitab Student Hanbook. 1er.ed. U.S.A.  
Duxbury Press.

Scully, E.P. 1979. The effects of gastropod shell availability and habitat characteristics on shell utilization by the intertidal hermit crab *Pagurus longicarpus* Say. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 37:139-152

Secretaría de Marina. 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada. Ed. Dir. Gral. de Ocean. y Señal. Mar. México. 159-193.

Sokal, R.R. y F.N. Rohlf. 1979. Biometría. 1era. ed. España. Ed Blume.

Spigth, T.M. 1977. Availability and use of shells by intertidal hermit crabs. Biol. Bull. 152: 120-133

Taylor, P.R. 1981. Hermit Crab Fitness: The effect of shell condition and behavioral adaptations on environmental resistance. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 52 :205-218

Vance, R.E. 1972a. Competition and mechanisms of coexistence in three sympatric species of intertidal hermit crabs. Ecology. 53 :1062-1072

Vance, R.E. 1972b. The role of shell adequacy in

behavioral interactions involving hermit crabs. Ecology  
53 :1073-1083

Weis, J.S. 1982. Studies on limb regeneration in the  
anomurans *Pagurus longicarpus* and *Emerita talpoidea*.  
J.Crust.Biol. 2 : 227-231.

Wilber, T.P. Jr. and W. Herrnkind. 1982. Rate of new  
shell acquisition by hermit crabs in a salt marsh  
habitat. J. Crust. Biol. 2:588-592

Young, A.M. 1978. Dessication tolerances for three hermit  
crab species *Clibanarius vittatus* (Bosc), *Pagurus  
pollicaris* (Say) and *P. longicarpus* (Say) (Decapoda,  
Anomura) in the North Inlet Estuary, South Carolina,  
U.S.A. Est. Coast. Mar. Sci. 6:117-122

Young, A.M. 1980. Temperature-Salinity tolerances of three  
hermit crab species *Clibanarius vittatus* (Bosc), *Pagurus  
longicarpus* (Say) and *P. pollicaris* (Say) (Crustacea:  
Decapoda: Anomura) *Ophelia* 19(1):27-35