

## Migración vertical de los decápodos pelágicos *Pasiphaea chacei* Yaldwyn y *Parapasiphae* *sulcatifrons* Smith en aguas oceánicas frente a Baja California, México\*

por

Manuel M. Murillo\*\*

(Recibido para su publicación el 16 de enero de 1973)

**ABSTRACT:** Time-depth related variations in Isaacs-Kidd Trawl catches of the pasiphaeids, *Pasiphaea chacei* and *Parapasiphae sulcatifrons*, in oceanic waters around Guadalupe Island, México, during the summers of 1964-67 suggest that these species perform diel vertical movements. The "glass" shrimp, *Pasiphaea chacei*, inhabit mesopelagic waters, remaining during the day below 500 m; by night they ascend into lower epipelagic waters. Their nightly migration involves the populations as a whole and results in its concentration at about 300 m. The red shrimp, *Parapasiphae sulcatifrons*, inhabit deeper waters in the bathypelagic zone, by day the adult segment of the population remains below 800 m. Nocturnal migration disperses the population into upper waters, adult forms commonly appearing in the 500 to 800 m level.

Los decápodos carídeos (Crustacea: Natantia) forman parte significativa y a menudo, espectacular del necton en mar abierto. Por lo general estos crustáceos están bien representados en colecciones tomadas con dragas pelágicas. La sección Caridea incluye un elevado número de géneros pertenecientes a las familias Ophrophoridae, Pasiphaeidae y Pandalidae.

Este estudio se refiere únicamente a la distribución vertical y a la migración diaria de dos especies de Pasiphaeidae, *Pasiphaea chacei* y *Parapasiphae sulcatifrons*. El material examinado se obtuvo a través de un programa de investigación tendiente a evaluar la abundancia y diversidad de la fauna pelágica de las aguas

---

\* Esta investigación fue realizada con el auxilio de la subvención No. GB-3619 de la Fundación Nacional de Ciencias, EE.UU., a la Fundación Allan Hancock y al Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad del Sur de California.

\*\* Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica.

intermedias en la vecindad de la Isla Guadalupe ( $29^{\circ} 00'N$ ,  $118^{\circ} 15'O$ ), en el Océano Pacífico del noreste (Fig. 1). Las colecciones biológicas acumuladas durante los años 1964 a 1967 son únicas y de su estudio se deriva información importante relativa a la distribución vertical, migración diaria y, en general, a las relaciones ecológicas de la fauna pelágica.

*Pasiphaea chacei* es un carídeo mesopelágico abundante en aguas del Océano Pacífico del noreste, desde Oregon hasta Baja California (YALDWYN 11; FORSS, 3; PEARCY & FORSS, 7; MURILLO, 6).

*Parapasiphaea sulcatifrons* es una especie típicamente batipelágica de amplia distribución, habiendo sido reportada del Océano Atlántico (SMITH, 9; MAN, 5; STEPHENSEN, 10; CHACE, 2; SIVERTSEN & HOLTHUIS, 8), del Océano Indico (BARNARD, 1) y del Océano Pacífico (FORSS, 3; PEARCY & FORSS 7; MURILLO, 6).

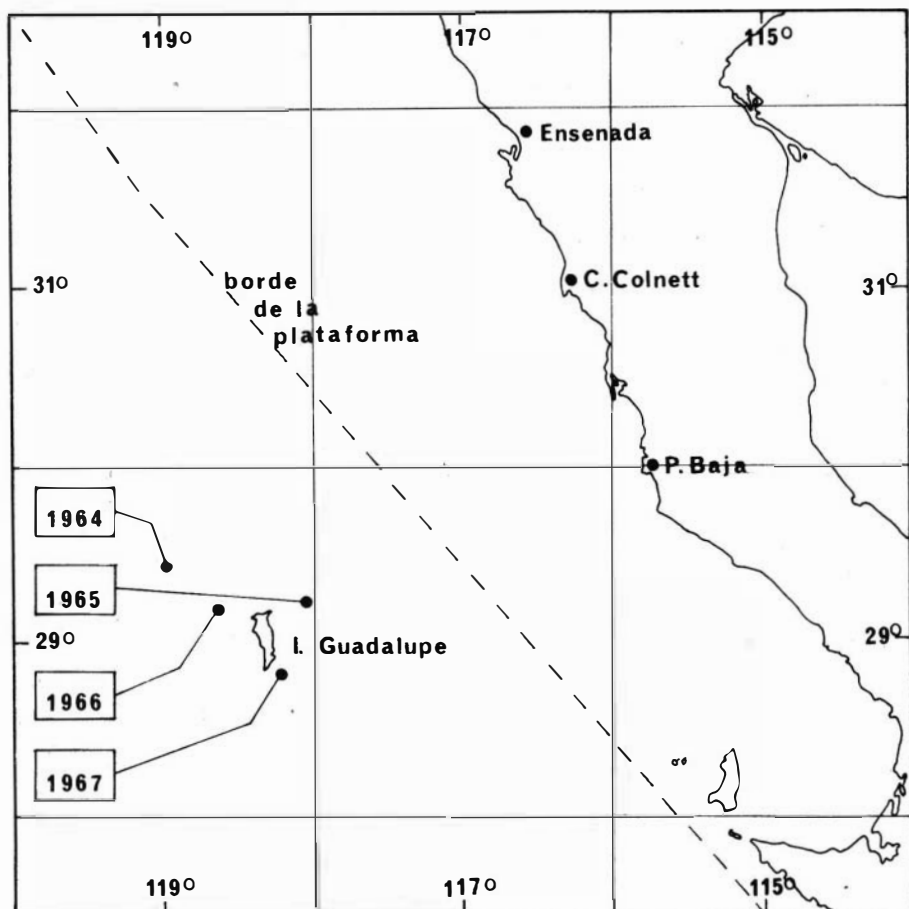


Fig. 1. Localidades alrededor de la Isla Guadalupe en donde se tomó muestras durante los veranos de 1964 a 1967.

## MATERIAL Y METODOS

El método de muestreo biológico adoptado en esta investigación y el equipo utilizado han sido descritos ya en detalle (6). Se usó una draga pelágica especialmente diseñada para capturar necton. Esta draga (IKMWT), de 3 m de abertura, descrita por ISAACS y KIDD (4), lleva en el extremo una red de 1 m para plancton. La profundidad alcanzada por la draga se determinó con un medidor Benthos de trazo continuo. El volumen de agua filtrado durante cada estación no fue medido; sin embargo, como se siguió un procedimiento estándar, las muestras se consideran semi-cuantitativas y, por tanto, comparables entre sí. El estudio se basa en el examen del material contenido en 87 estaciones tomadas a bordo del buque de investigación VELERO IV, de la Universidad del Sur de California. Para determinar las fluctuaciones diarias en la distribución vertical se tomó, durante el día y la noche, series de muestras horizontales, de 2 h cada una, a intervalos de aproximadamente 50 m, entre la superficie y 1,100 m.

Inmediatamente después de recobrada la red se separó a los decápodos de cada muestra y se les preservó en formalina al 10%, neutralizada con agua de mar. Posteriormente se examinó los residuos de cada estación para separar formas larvales y juveniles. Como medida estándar se usó la longitud del caparazón (LC), tomada desde la parte posterior de la órbita hasta el margen posterolateral del caparazón; se usó un calibrador Vernier y los datos se llevaron al 0.1 mm más cercano. Siempre que fue posible se determinó el sexo y se anotó el número de hembras ovígeras.

**LIMITACIONES DEL MUESTREO:** MURILLO (6) describe las limitaciones inherentes a los métodos y procedimientos adoptados en el programa de investigación. Se enfatiza aquí sólo aquellos aspectos del muestreo que afectan directamente la organización e interpretación de la información pertinente a este estudio.

El análisis de la distribución batimétrica de una especie batipelágica demanda series de muestras discretas, no contaminadas con elementos de la fauna que ocupa otros niveles en la columna de agua. El grado hasta el cual se puede resolver esta distribución depende de la efectividad de los métodos adoptados. La draga usada en esta investigación (IKMWT) tiene el inconveniente de ser abierta. Esta limitación impide hablar de niveles absolutos de distribución vertical para las especies en estudio por cuanto existe siempre el riesgo de contaminación de la muestra. No se encontró un criterio válido para separar la porción de la muestra que se capturó cuando la draga se movía oblicuamente. Los organismos presentes en cada muestra han sido tratados como si correspondieran al segmento horizontal de la estación. No obstante estas limitaciones, se considera que:

1. La información acumulada permite determinar el nivel superior de distribución para cada especie porque éstas no se encuentran en las muestras tomadas en aguas menos profundas. Es poco probable que los organismos de una muestra estén contaminados con remanentes de la estación anterior.

2. En la mayoría de los casos, no se puede determinar con certeza el límite inferior de distribución de una especie, debido a que la draga ha pasado dos veces por el centro de concentración de la población. Las secciones oblicuas para cada estación muestrean las poblaciones menos profundas durante períodos iguales y deberían contener aproximadamente el mismo número de organismos, cualquiera que haya sido la profundidad investigada. Tal suposición encuentra apoyo en los datos obtenidos para *Pasiphaea chacei* (Fig. 2).

3. A pesar de que la información acumulada no puede considerarse un criterio cuantitativo de la densidad de población, los datos indican la presencia de gradientes en la distribución de cada especie y se considera reales los patrones de distribución que de ellos se derivan.

Las limitaciones inherentes a los instrumentos usados reducen la confiabilidad de los datos y, hasta cierto punto, hacen que las conclusiones sean cuestionables. A pesar de ello se considera que el muestreo y los datos resultantes representan una contribución al esclarecimiento de la distribución vertical de las especies estudiadas.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS: los Cuadros 1 y 2 incluyen únicamente los datos de las estaciones positivas. El total de organismos capturados en cada intervalo se presenta gráficamente en forma de histograma, asumiendo que las capturas corresponden a la profundidad promedio (Figs. 2 y 3). Tal criterio representa una aproximación por cuanto ocasionalmente la draga experimentó cambios en profundidad. Además, se consignan los porcentajes cumulativos correspondientes a ambas series de muestras (día y noche) para cada especie. Tal criterio es especialmente útil en casos como el de *Parapasiphae sulcatifrons*, especie para la cual los datos acumulados no permiten especificar el nivel inferior de distribución; sin embargo, de los gráficos se desprende que la población, como un todo, varía su distribución diariamente.

En el Cuadro 3 se resume la información pertinente a *Pasiphaea chacei*. Las muestras se han agrupado en intervalos de 100 m y se indica, para las series diurna y nocturna, el número y la proporción de machos y hembras correspondientes a cada categoría de profundidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Pasiphaea chacei* Yaldwyn, 1962

Esta fue la especie más abundante. Se examinó un total de 849 individuos de los cuales 553 corresponden a muestras tomadas durante la noche y 296 a las tomadas de día.

*P. chacei* habita la zona mesopelágica media (Fig. 2A). Durante el día se concentra más abajo de los 500 m, con el máximo de población localizado entre 500 y 700 m; durante la noche asciende a aguas menos profundas extendiendo su ámbito vertical hasta unos 125 m. La amplitud de esta migración vertical,

## CUADRO 1

*Organismos presentes en la serie de muestras tomadas durante el día\**

Estación	Profundidad muestreada (m)	<i>P. cbacei</i>	<i>P. sulcatifrons</i>	Total
11224	500	20	—	20
11258	500	14	—	14
10537	550	22	2	24
10842	550	44	—	44
11254	550	24	3	27
9524	650	32	—	32
9899	650	57	—	57
9906	650	22	—	22
11257	700	18	—	18
10676	750	46	—	46
10905	750	14	5	19
11183	750	12	—	12
11225	750	15	—	15
9905	850	14	6	20
9523	1000	12	5	17
11181	1000	1	1	2
11187	1000	3	1	4
11530	1000	1	3	4
11541	1000	15	1	16
10539	1100	7	2	9
10540	1100	21	1	22

\* Las muestras se identifican por un número de estación; se incluyen sólo las estaciones positivas para cada especie; los totales para cada nivel aparecen en las Figs. 2 y 3.

CUADRO 2

*Organismos presentes en la serie de muestras tomadas durante la noche\**

Estación	Profundidad muestreada (m)	<i>P. cbacei</i>	<i>P. sulcatifrons</i>	Total
11534	250	7	—	7
11185	300	12	—	12
11259	300	18	—	18
11645	300	150	—	150
11178	450	7	—	7
11251	450	15	1	16
10839	500	9	1	10
10900	500	24	—	24
11255 .....	550	1	—	1
11531	550	—	3	3
10842	550	—	2	2
10680	600	7	—	7
10681	600	18	—	18
11171	600	9	4	13
11184	600	10	7	17
9907	700	64	8	72
10843	750	3	—	3
10854	750	—	1	1
10906	750	1	5	6
11186	750	12	5	17
9903	800	1	7	8
10903	950	11	4	15
11256	950	—	2	2
10840	1000	6	4	10
10539	1100	—	2	2
10544	1100	17	3	20
10675	1100	4	—	4
10683	1100	8	2	10

\* Para la explicación ver Cuadro 1.

referida al desplazamiento del 50% de la captura cumulativa, es alrededor de 200 m (Fig. 2B). Como resultado de este ascenso nocturno la población tiende a concentrarse entre 200 y 400 m, aunque un segmento importante de ella permanece en aguas más profundas (500-600 m). La cola profunda que durante la noche se extiende hasta los 1,100 m no parece real y, se interpreta como debida a contaminación de la muestra con organismos que habitan aguas menos profundas.

El análisis de los porcentajes cumulativos de captura (Fig. 2B) permite distinguir, durante la noche, una migración diferencial de los sexos aparente entre 300 y 400 m. Esta segregación nocturna de los sexos se refleja en las variaciones en la proporción de hembras a machos con respecto a la profundidad (Cuadro 3); los valores, relativamente altos, obtenidos de muestras tomadas entre 600 y 900 m, se consideran ficticios y se interpretan como debidos a la contaminación de éstas con organismos capturados en aguas menos profundas (200-600 m). Durante el día la agregación resulta en una población mixta, con poca variación en la proporción de los sexos a diferentes profundidades; la relación hembras/machos alcanzando valores de 2.2:1 a 500-600 m y de 2.6:1 a 700-800 m.

Del análisis de las categorías de tamaño en las muestras nocturnas resultó que los machos variaron entre 12.0 y 27.0 mm LC, los individuos más pequeños (LC inferior a 16.0 mm) apareciendo con mayor frecuencia en las muestras menos profundas (200 m), mientras que los especímenes de mayor tamaño (LC 18.0 a 27.0 mm) fueron comunes en muestras profundas (400-600 m). El tamaño de las hembras fluctuó entre 12.0 y 26.0 mm LC, los especímenes más grandes correspondiendo a muestras tomadas alrededor de 500 m. El 50% de las hembras en muestras nocturnas estaban grávidas. El porcentaje de hembras ovígeras en muestras tomadas de día alcanzó valores similares sólo en aguas más profundas (700-800 m). Una segregación similar por tamaños se observó en las muestras diurnas, los organismos más pequeños apareciendo consistentemente a 300 m. Los especímenes adultos predominaron en muestras obtenidas a niveles más profundos (600-800 m).

### *Parapasiphae sulcatifrons* Smith, 1884

Esta fue la especie menos abundante, con un total de 101 especímenes. En la serie diurna se obtuvo 33 individuos en contraste con 68 en las muestras nocturnas, con una proporción de hembras a machos de 2.5:1 comparada con 4:1 en la serie nocturna. Hembras ovígeras aparecieron sólo en las muestras tomadas de noche, constituyendo el 25% de las hembras adultas capturadas. Estas hembras ovígeras corresponden a muestras tomadas entre 800 y 1,000 m.

*P. sulcatifrons* (Fig. 3A) es una especie batipelágica. Durante el día el segmento adulto de la población está restringido a profundidades de más de 800 m, aunque individuos inmaduros (LC 5.0 a 10.0 mm) aparecen en muestras provenientes de aguas menos profundas (500-800 m). Durante la noche se registró

CUADRO 3

Totales de *P. chacei* capturados a diferentes profundidades durante el día y la noche  
y la relación hembras/machos

Intervalos de profundidad (m)	DIA				NOCHE			
	♂	♀	Relación ♀ / ♂	Ovígeras % ♀	♂	♀	Relación ♀ / ♂	Ovígeras % ♀
100— 200	—	—	—	—	4	2	0.5	—
200— 300	—	—	—	—	3	6	2.0	50
300— 400	—	—	—	—	27	49	2.3	37
400— 500	—	—	—	—	13	10	0.8	20
500— 600	32	79	2.2	28	16	12	0.8	11
600— 700	15	30	2.0	—	10	26	2.6	6
700— 800	28	72	2.6	47	15	33	2.2	20
800— 900	4	9	2.2	22	5	20	4.0	—
900—1000	8	16	2.0	—	17	7	0.4	—
1000—1100	10	11	1.1	19	9	7	0.8	57



un ascenso del componente adulto de la población, el 69% de los organismos capturados correspondiendo a muestras tomadas en el nivel 700-800 m. Los datos pertinentes a la serie nocturna indican que esta migración vertical comprende un cambio de alrededor de 200 m con respecto al desplazamiento del 50% de captura acumulativa (Fig. 3B). La cola profunda de distribución aparente en las estaciones nocturnas se considera real, aunque de poca importancia cuantitativa por cuanto incluye una proporción desconocida de organismos capturados en aguas menos profundas (ver pág. 130).

Una posible explicación para las fluctuaciones en captura total diurna (número considerablemente menor de adultos capturados, 23 en contraste con 59 en la serie nocturna) es que, durante el día, un segmento importante de la población se concentra en aguas batipelágicas, muy por debajo de la capacidad máxima de muestreo en este estudio. La migración nocturna, al determinar un ascenso hacia aguas mesopelágicas hace que la población esté al alcance del equipo utilizado. Tal suposición encuentra apoyo en la ausencia relativa de machos grandes y de hembras ovígeras en las muestras diurnas, en las que del análisis de categorías de tamaño resultó que los organismos variaron entre 18.0 y 27.5 mm LC, los ejemplares más pequeños apareciendo con mayor frecuencia en muestras menos profundas. Los machos grandes (LC 38.0 mm) y hembras ovígeras (LC 22.0-34.0 mm) sólo aparecieron en la serie nocturna.

## RESUMEN

Se describe la distribución vertical de los carídeos *Pasiphaea chacei* y *Parapasiphae sulcatifrons* en aguas oceánicas alrededor de la Isla Guadalupe, México. El estudio, realizado durante los veranos de 1964-1967, comprende el análisis de muestras tomadas con una red pelágica del tipo Isaacs-Kidd. Las fluctuaciones en el número de organismos capturados con respecto a la hora y a la profundidad sugieren que estas especies llevan a cabo migraciones verticales diarias.

El camarón transparente, *Pasiphaea chacei*, vive en aguas mesopelágicas, permaneciendo durante las horas del día por debajo de 500 m. Un ascenso nocturno que comprende a la población como un todo resulta en su concentración alrededor de 300 m, un segmento de la población ascendiendo al límite de la zona epipelágica (125 m).

El camarón rojo, *Parapasiphae sulcatifrons*, habita aguas profundas en la zona batipelágica, el segmento adulto de la población permaneciendo durante el día por debajo de 800 m. La migración nocturna determina una dispersión de la población hacia aguas menos profundas, los individuos adultos apareciendo frecuentemente entre 500 y 800 m.

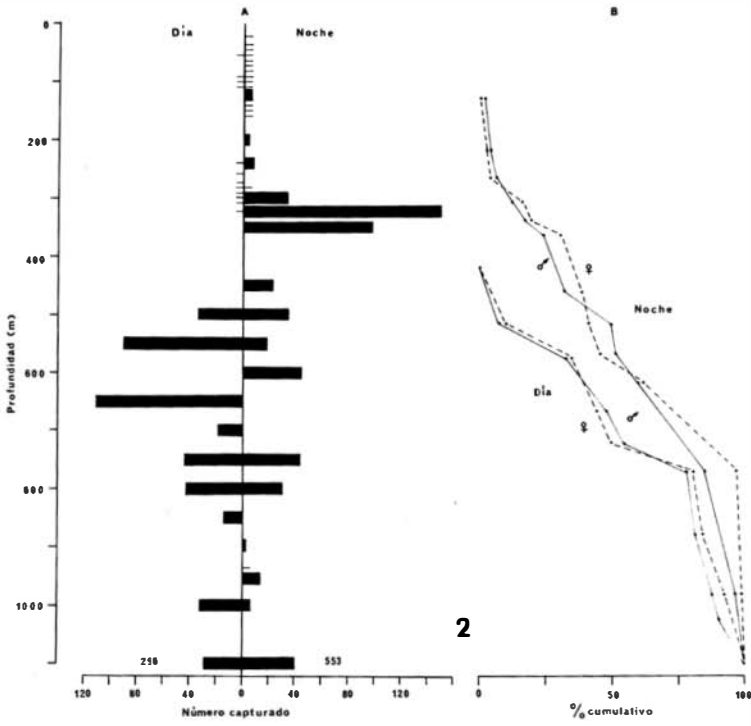
## REFERENCIAS

1. BARNARD, K. H.  
1950. Descriptive Catalogue of South African Decapod Crustacea. *Ann. S. Afr. Mus.*, 38: 648-651.
2. CHACE, F. A.  
1940. The Bathypelagic Caridean Crustacea. Plankton of the Bermuda Oceanographic Expeditions. IX. *Zoologica*, 25: 117-209.
3. FORSS, C. A.  
1965. *The oplophorid and pasiphaeid shrimp from off the Oregon coast*. Ph. D. Thesis, Oregon State University. 45 pp.
4. ISAACS, J. D., & L. W. KIDD  
1953. *Isaacs-Kidd midwater trawl*. Scripps Inst. Oceanogr., Ref. 53-3, 21 pp.
5. MAN, J. G. DE  
1920. *The Decapoda of the Siboga Expedition. IV. Families Pasiphaeidae, Stylo-dactyliidae, Hoplophoridae, Nematocarcinidae, Thalassocaridae, Pandalidae, Psalidopodidae, Gnathophyllidae, Processidae, Glyphocrangonidae and Crangonidae*. Siboga Exped., Mongr. 39a: 1-318.
6. MURILLO, M. M.  
1968. *The ecologic distribution of pasiphaeid shrimp (Decapoda: Natantia) in oceanic waters off Southern California*. M. Sc. Thesis, University of Southern California, 43 pp.
7. PEARCY, W. G., & C. A. FORSS  
1966. Depth distribution of oceanic shrimps (Decapoda: Natantia) off Oregon. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23: 1135-1143.
8. SIVERTSEN, E., & L. B. HOLTHUIS  
1956. Crustacea Decapoda (the Penaeidea and Stenopodidea excluded). *Rept. Scient. Results Michael Sars N. Atlant. deep-sea Exped. (1910)*, 5: 1-54.
9. SMITH, S. I.  
1884. Report on the decapod Crustacea of the ALBATROSS dredgings off the east coast of the United States in 1883. *U. S. Fish Comm.*, 10: 345-476.
10. STEPHENSEN, K.  
1923. *Decapoda-Macrura excl. Sergestidae*. Rept. Dan. Oceanogr. Exped. Mediterr., 2 (D3). 85 pp.
11. YALDWYN, J. C.  
1962. A new *Pasiphaea* (Crustacea, Decapoda, Natantia) from southern California waters. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.*, 61: 15-24.

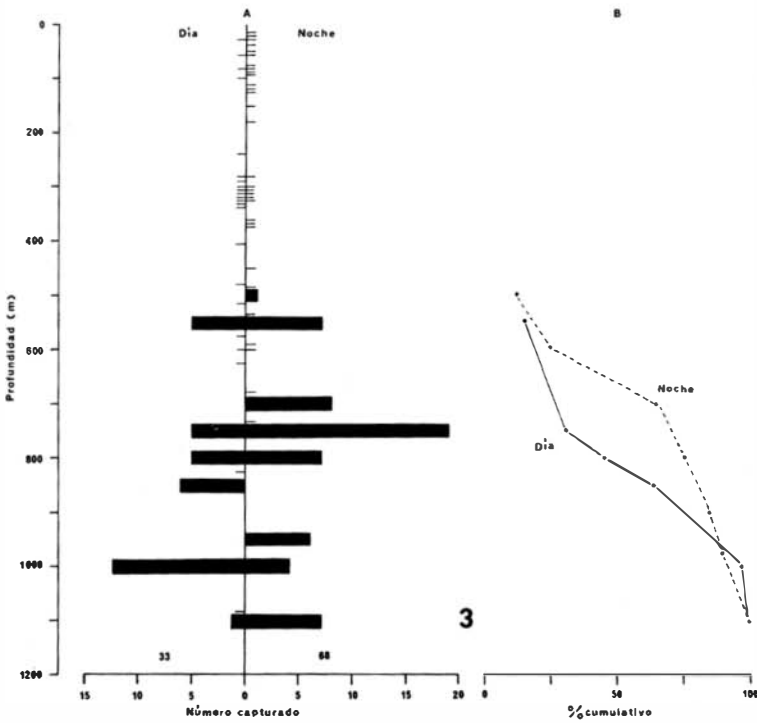
---

Fig. 2. Distribución vertical de *Pasiphaea chacei*. A. Captura total. B. Porcentajes cumulativos de ♂ y ♀.

Fig. 3. Distribución vertical de *Parapasiphae sulcatifrons*. A. Captura total. B. Porcentajes cumulativos.



2



3