



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

2722



CICIMAR

DEPARTAMENTO DE PLANCTON

SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
I. P. N.
BIBLIOTECA

EFEECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA DISTRIBUCION Y
ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE EUFAUSIDOS (CRUSTACEA) EN LA
COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, DURANTE MAYO DE 1986,
JULIO DE 1987 Y 1988.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS MARINAS

PRESENTA EL BIOLOGO MARINO

JAIME GOMEZ GUTIERREZ

La Paz, Baja California Sur

Octubre de 1992

INDICE

	Página
GLOSARIO	i
RELACION DE TABLAS	iv
RELACION DE FIGURAS	v
RESUMEN	xi
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACION	4
OBJETIVOS	6
AREA DE ESTUDIO	7
MATERIALES Y METODOS	9
RESULTADOS	18
I PARAMETROS AMBIENTALES	18
1.1 Temperatura	18
1.1.1 Temperatura durante Mayo de 1986	18
1.1.2 Temperatura durante Julio de 1987	19
1.1.3 Temperatura durante Julio de 1988	19
1.2 Salinidad	20
1.2.1 Salinidad durante Mayo de 1986	20
1.2.2 Salinidad durante Julio de 1987	21
1.2.3 Salinidad durante Julio de 1988	21

1.3 Oxígeno disuelto	22
1.3.1 Oxígeno disuelto durante Mayo de 1986	23
1.3.2 Oxígeno disuelto durante Julio de 1987	23
1.3.3 Oxígeno disuelto durante Julio de 1988*	24
1.4 Variación de la temperatura superficial (°C) y sus anomalías térmicas filtradas durante (1980- 1988)	25
1.5 Biomasa zooplanctónica	25
1.5.1 Biomasa zooplanctónica durante Mayo de 1986	25
1.5.2 Biomasa zooplanctónica durante Julio de 1987	25
1.5.3 Biomasa zooplanctónica durante Julio de 1988	26
1.6 Abundancia fitoplanctónica (Julio de 1987 y 1988)	26
II DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LOS EUFAUSIDOS	42
2.1 Abundancia de los eufáusidos	42
2.2 Afinidad biogeográfica de los eufáusidos*	42
2.3 Distribución y abundancia de los eufáusidos*.....*	43
2.4 Distribucion latitudinal	46
2.5 Riqueza específica de los eufáusidos	47
III ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS EUFAUSIDOS	65
3.1 Especies de eufáusidos dominantes en distribución y abundancia	65
3.2 Estructura poblacional de Nyctiphanes simplex*.....*	66
3.2.1 Variación espacio-temporal en las formas dominantes de furciliias F(O), F(n), F(sn) y F(SN) de Nyctiphanes simplex	67
3.3 Estructura poblacional de Euphausia eximia *.....***	69

3.4	Estructura poblacional de <i>Nematoscelis difficilis</i>	70
3.5	Estructura poblacional de <i>Nematobraczion flexipes</i>*	71
3.6	Relación de la estructura poblacional de <i>N. simplex, E. eximia, N. difficilis y N. flexipes</i> con la temperatura superficial	71
3.7	Relación de la temperatura superficial (°C) con la reproducción de <i>N. simplex, E. eximia, N. difficilis y N. flexipes</i>*	72
3.8	Relación de la abundancia de larvas y postlarvas de <i>N. simplex y E. eximia</i> con la abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica	72
ANALISIS		91
IV	EFEECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE EUFAUSIDOS	91
4.1	Especies de afinidad Subártica	92
4.2	Especies de afinidad Transicional	93
4.3	Especies del Pacífico Central	94
4.4	Extensión hacia el norte de las especies Ecuatoriales*	96
V	EFEECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA REPRODUCCION Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS EUFAUSIDOS	97
5.1	Efecto de las condiciones ambientales sobre la estructura poblacional de las especies dominantes	99
VI	EFEECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL DESARROLLO Y MORFOGENESIS TEMPRANA DE LAS LARVAS FURCILIAS	106
CONCLUSIONES		113
BIBLIOGRAFIA		115

GLOSARLO

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA PATAGONIA
DEL SUR
INSTITUTO DE
CIENCIAS MARINAS
P.N.
BIBLIOTECA

- Aclimatación:** Capacidad de los organismos para modificar sus límites de sobrevivencia y su tasa de desarrollo inducidos por cambios en las condiciones ambientales, por medio de respuestas fisiológicas o de comportamiento (Prosser 1973; Valentine 1973).
- Afinidad biogeográfica:** Analogía ó semejanza en el patrón de distribución global de una especie con otra (**Pianka** 1974).
- Caliptopis:** Estadio de desarrollo típico del orden Euphausiacea que contiene a su vez tres estadios que suceden al estadio metanauplio, las caliptopis tienen ojos compuestos, el caparazón cubre totalmente los ojos y no tienen pleópodos, en este estadio se inicia la alimentación (Mauchline y Fisher 1969).
- Capa de mezcla:** Estrato de la columna de agua en donde las condiciones **físico-químicas** permanecen homogéneas inducidas por procesos de advección y turbulencia (Neshyba 1986).
- Capa de mínima concentración de oxígeno:** Estrato de la columna de agua con concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 ml/l (**Wyrteki** 1965, 1967; Longhurst 1967b).
- Centro de eclosión:** Región en donde se lleva a cabo la mayor parte de la eclosión de los huevos de crustáceos; estas zonas son evidenciadas por los primeros estadios larvarios cercanos a la eclosión.
- Efecto de Ekman:** Movimiento del agua superficial del océano provocado por la tensión del viento; donde el transporte neto del agua superficial es perpendicular a la **dirección** de la fuerza del viento, hacia la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio sur (Neshyba 1986).
- ENSO:** (El Niño-Oscilación del Sur) Calentamiento de la capa superficial del océano a escala global en respuesta a la perturbación de deriva en la circulación atmosféricas ocurridas en las latitudes tropicales.
- Especie dominante:** Especie ó grupo de especies que proporcionan la mayor parte de la producción biológica de los ecosistemas en términos de abundancia ó de biomasa.
- Especie indicadora:** Organismo planctónico **característico** de una masa de agua particular que puede indicar el origen y movimiento de ésta (Alvariño 1967; Johnson y Brinton 1963).

Espermatóforo: Paquete gelatinoso que contiene espermatozoides producido por algunos animales de fecundación interna (Brinton 1978).

Estructura poblacional: Proporción de los diferentes estadios de vida de una especie en un momento y lugar determinado, ésta es modificada continuamente por procesos denso-dependientes y denso-independientes como: natalidad, crecimiento, mortalidad, emigración e inmigración.

Frente oceánico: Banda ó zona de bandas a lo largo de la superficie del mar, a través del cual existen cambios abruptos en la densidad, que pueden ser causados por frentes térmicos ó salinos (Griffiths 1963, 1965; Owen 1981; Le Févre 1986).

Frente progradante: Son frentes que separan agua costera más salina de aguas oceánicas menos salinas; la temperatura usualmente es más fría cerca de la costa (Owen 1981).

Furcilia: Etapa de desarrollo típica del orden Euphausiacea que contiene un número variable de estadios de acuerdo a la especie. A partir de la primera furcilia el caparazón deja de cubrir los ojos, los segmentos del abdomen son libres y se inicia el desarrollo de pleópodos hasta convertirse todos funcionales; en las furcillas tardías existe una reducción del número de setas del telson y desarrollan los fotóforos al el caparazón ó abdomen (Mauchline y Fisher 1969).

Haloclina: Zona vertical de la columna de agua donde la salinidad cambia rápidamente con la profundidad (Sverdrup et al. 1942; Neshyba 1986).

Holoplancton: Organismos que pasan todo su ciclo de vida en la comunidad planctónica (Raymond 1983).

Larva: Son todos aquellos estadios de desarrollo de una especie que se caracterizan por presentar órganos y/ó morfología diferente a los adultos (Felder et al. 1985).

Masa de agua: Cuerpo de agua con un intervalo de temperatura y salinidad característico, por consiguiente una densidad determinada; éstas generalmente ocupan un nivel en la columna de agua correspondiente a la densidad en equilibrio (Sverdrup et al. 1942).

Metamorfosis: Es un proceso en el ciclo de vida de algunas especies durante la cual se produce una transformación rápida en la organización interna y externa de la forma larval a la adulta. Si a esta definición se incluyen los cambios fisiológicos y de comportamiento, la metamorfosis consta de: 1) cambios graduales y sucesivos que dirigen a una transición 2) la influencia externa de los factores ambientales en estos cambios, 3) reorganización interna acompañada por las modificaciones morfológicas

más evidentes y 4) cambios en los mecanismos que controlan y regulan este período de desarrollo (Felder et al. 1985).

Metanauplio: Primer estadio de desarrollo de los crustáceos caracterizado por la carencia de **mandíbulas**, el cuerpo es distintivamente más largo que las calíptopis y con la aparición de abdomen, pero aún no ocurre la alimentación (Mauchline y Fisher 1969).

Pereiópodo: Apéndices torácicos de los crustáceos.

Pleópodo: Apéndices abdominales de los crustáceos, en el caso de los machos el primer par de pleópodos es modificado (petasma) y tiene una función reproductiva para la transferencia del espermatóforo (Brinton 1978).

Postlarva: Estadios de desarrollo que ocurre después del último estadio larval, teniendo una forma interna y externa similar al adulto (Felder et al. 1985).

Setas: Procesos quitinosos de forma semejante a pelos que se presentan en los apéndices y telson de los crustáceos.

Surgencia costera: Movimiento ascendente de aguas subsuperficiales hacia capas superficiales provocado por el flujo de éstas hacia afuera de la costa, el agua de surgencia se caracteriza por ser fría, rica en nutrientes y con baja concentración de oxígeno disuelto (Bakun y Nelson 1977).

Sistema frontal: Grupo de convergencias que usualmente producen zonas alternadas de hundimientos y surgencias (Griffiths 1965; Le Fèvre 1986).

Telson: Porción final del abdomen de los crustáceos en donde se encuentran los urópodos.

Termoclina: Intervalo de profundidad en la columna de agua del océano en donde la temperatura decrece en una tasa máxima (Neshyba 1986).

Tolerancia: Capacidad de un organismos a sobrevivir bajo condiciones ambientales adversas, éstas condiciones frecuentemente inhiben su capacidad de reproducción (Prosser 1973).

RELACION DE TABLAS B L I O T E C A

		Página
I	Temperatura promedio para cada uno de los meses utilizados para calcular las anomalías térmicas del período 1980-1988	40
II	Abundancia relativa y promedio de caliptopis y furciliias de cada especie por crucero oceanográfico	48
III	Abundancia relativa y promedio de juveniles y adultos de cada especie por crucero oceanográfico	48
IV	Afinidad biogeográfica y distribución vertical de las especies de eufáusidos encontradas en la costa occidental de la península de Baja California de acuerdo con los criterios propuestos por Brinton (1960, 1962 y 1975)	49
V	Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de <i>Nyctiphanes simplex</i> durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988	77
VI	Longitud total (mm) y factor de crecimiento de las formas larvales de <i>Nyctiphanes simplex</i> en las secuencias de desarrollo de pleópodos dominantes y subdominantes por regiones latitudinales y cruceros	79
VII	Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de <i>Euphausia eximia</i> durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 * . . . * . . . * * *	82
VIII	Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de <i>Nematoscelis difficilis</i> durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 * *	82
IX	Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de <i>Nematobranchion flexipes</i> durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988	82

RELACION DE FIGURAS

		Página
1	Toponimia del área de estudio	15
2	Cobertura de los cruceros oceanográficos	15
3	Esquema de la frecuencia de aparición por crucero y la abundancia total de los eufáusidos	16
4	Clasificación del estado de madurez sexual de los eufáusidos	16
5	Medición de la longitud total (mm) en los diferentes estadios de desarrollo de los eufáusidos de acuerdo con Mauchline y Fisher (1969)	17
6	Regiones latitudinales del área de estudio	17'
7	Temperatura superficial mensual de mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 con cajas Whisker	27
8	Temperatura superficial (°C) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	27
9	Localización de los transectos analizados para los perfiles verticales	28
10	Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación	29
11	Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación	30
12	Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación	31
13	Salinidad superficial (‰) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	32
14	Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares a la costa (a-g) para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la	

	profundidad real de arrastre en la estación*	33
15	Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación	34
16	Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares (a-e) y paralelo (f) a la costa para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación	35
17	Oxígeno disuelto superficial (ml/l) mensual durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 con cajas Whisker	36
18	Oxígeno disuelto superficial (ml/l) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	36
19	Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isolínea de 20% de saturación de oxígeno disuelto	37
20	Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isolínea de 20% de saturación de oxígeno disuelto	38
21	Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-e) y paralelo (f) a la costa para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isolínea de 20% de saturación de oxígeno disuelto*	39
22	Promedios mensuales de las anomalías térmicas durante el período de 1980-1988 con los datos de temperatura de las zonas costeras 8 (21-24° N) , 9 (24-27° N) y 10 (27-30° N) publicados por Cole y McLain (1989)	40.
23	Distribución de la biomasa zooplanctónica (ml/1000 m ³) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	41
24	Distribución de la abundancia fitoplanctónica (cél/l) de la fracción nano (< 25 μ) y micro (> 25 μ) en la costa occidental de Baja California durante julio de 1987 (a-b) y julio de 1988 (c-d)*...*	41

25	Abundancia relativa de los eufáusidos de acuerdo a su afinidad biogeográfica (a) y distribución vertical (b)*.....*	49
26	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de Nyctiphanes simplex (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	50
27	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de Nyctiphanes simplex (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	50
28	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de Nematoscelis difficilis (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	51
29	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de Nematoscelis difficilis (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	51
30	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de Stylocheiron affine (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	52
31	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de Stylocheiron affine (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	52
32	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de Euphausia gibboides (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	53
33	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de Euphausia gibboides (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	53
34	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de Thysanoessa gregaria (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	54
35	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de Thysanoessa gregaria (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	54

36	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Euphausia recurva</i> , <i>E. hemigibba</i> y <i>E. mutica</i> (Centrales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	55
37	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Nemutobrachion flexipes</i> (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	56
38	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Nematobrachion flexipes</i> (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	56
39	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Stylocheiron Zongicorne</i> (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	57
40	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Stylocheiron Zongicorne</i> (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	57
41	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Thysanopoda astylata</i> , <i>T. orientalis</i> y <i>Stylocheiron elongatum</i> (Central-ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	58
42	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Thysanopoda astylata</i> , <i>S. elongatum</i> y <i>Nematoscelis tenella</i> (Central-ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	58
43	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Euphausia eximia</i> (Ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	59
44	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Euphausia eximia</i> (Ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	59
45	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Euphausia distinguenda</i> , <i>E. tenera</i> y <i>Nematocelis gracilis</i> (Ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	60
46	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Euphausia distinguenda</i> , <i>E. tenera</i> , <i>E. lumelligera</i> , <i>E. diomedae</i> y <i>Nematoscelis</i>	

	<i>gracilis</i> (Ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	60
47	Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de <i>Stylocheiron maximum</i> (Cosmopolita) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	61
48	Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de <i>Stylocheiron muximum</i> (Cosmopolita) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	61
49	Distribución latitudinal de las especies de eufáusidos más abundantes expresado en la abundancia promedio por transecto durante los meses de mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	62
50	Distribución latitudinal de las especies de eufáusidos poco frecuentes, expresado en la abundancia promedio por transecto durante los meses de mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c)	63
51	Diversidad de los eufáusidos durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c), expresado en número de especies por estación de muestreo	64
52	Agrupación de especies con base a la abundancia y la frecuencia de aparición en larvas (a), juveniles y adultos (b) para cada crucero	73
53	Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de <i>Nyctiphanes simplex</i> por crucero	74
54	Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m ³) y longitud promedio (mm) de <i>Nyctiphanes simplex</i> por regiones y cruceros	75
55	Estadios y subestadios de las furciliias de <i>Nyctiphanes simplex</i> reportadas por Boden (1951) y en este estudio, mostrando la abundancia relativa por crucero	76
56	Variación espacio-temporal en las formas dominantes de furciliias F(O), F(n), F(sn) y F(SN) de <i>Nyctiphanes simplex</i>	78
57	Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de <i>Euphausia eximia</i> por crucero	80

58	Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m ³) y longitud promedio (mm) de <i>Euphausia eximia</i> por regiones y cruceros	81
59	Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de <i>Nematoscelis difficilis</i> por crucero	83
60	Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m ³) y longitud promedio (mm) de <i>Nematoscelis difficilis</i> por regiones y cruceros	84
61	Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de <i>Nematobrachion flexipes</i> por crucero	85
62	Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m ³) y longitud promedio (mm) de <i>Nematobrachion flexipes</i> por regiones y crucero	86
63	Relación de la temperatura superficial (°C) con la estructura poblacional de <i>Nyctiphanes simplex</i> (a), <i>Euphausia eximia</i> (b), <i>Nematoscelis difficilis</i> (c) y <i>Nematobrachion flexipes</i> (d)	87
64	Relación de la temperatura superficial (°C) con la abundancia de caliptopis y adultos en estado reproductivo de <i>Nyctiphanes simplex</i> (a) y <i>Euphausia eximia</i> (b) por crucero	88
65	Relación de la temperatura superficial (°C) con la abundancia de caliptopis y adultos en estado reproductivo de <i>Nematoscelis difficilis</i> (a) y <i>Nematobrachion flexipes</i> (b) por crucero**	89
66	Relación de la abundancia de las larvas (caliptopis-furciliias) y postlarvas (juveniles-adultos) de <i>Nyctiphanes simplex</i> (a) y <i>Euphausia eximia</i> (b) con la abundancia fítoplanctónica y biomasa zooplanctónica	90
67	Distribución latitudinal por transectos de las especies agrupadas por afinidad biogeográfica, mostrando los lugares con abundancia superior al promedio y las regiones de reproducción por caliptopis (blanco) y adultos en estado reproductivo (negro), para los cruceros CICIMAR 8605 y 8707 .	111
68	Distribución latitudinal por transectos de las especies agrupadas por afinidad biogeográfica, mostrando los lugares con abundancia superior al promedio y las regiones de reproducción por caliptopis (blanco) y adultos en estado reproductivo (negro), para el cruceros CICIMAR 8807	112

EFFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE EUFAUSIDOS (CRUSTACEA) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, DURANTE MAYO DE 1986, JULIO DE 1987 Y JULIO DE 1988.

RESUMEN

Se presenta la distribución y abundancia de 22 especies de eufáusidos y su relación con las condiciones ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, biomasa zooplanctónica y abundancia fitoplanctónica) que ocurrieron en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988. Se analizó la estructura poblacional de cuatro especies *Nyctiphanes simplex*, *Euphausia eximia*, *Nematoscelis difficilis* y *Nematobranchion flexipes*. Además, con base a los parámetros de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se observó que durante el mes de mayo existieron condiciones características de la Corriente de California (14-20°C, 33.4-33.8‰ y 4-6 ml/l O₂) con intensas surgencias costeras a lo largo de toda la península; mismas que se presentaron en julio de 1987 y 1988, al norte de Bahía San Juanico, además en estos meses existió una influencia de agua del Pacífico Central por el Oeste (23-26°C, 33.6-33.8‰ y 2.8-3.4 ml/l O₂) y aguas con características Tropicales (23-31°C, 34-35.5‰ y 3.6-5 ml/l O₂) al sur de Bahía Magdalena y la entrada del Golfo de California.

La dominancia de los eufáusidos de afinidad zoogeográfica Transicional (22.7%), Ecuatorial (27.3%), Central-Ecuatorial (27.3%) y Central (13.6%); junto con las bajas abundancias de las especies de afinidad subártica (4.5%) coincide con las condiciones ambientales prevalecientes durante el calentamiento moderado del fenómeno ENSO (1986-1988). *Nyctiphanes simplex* de afinidad transicional representó del 88 al 97% de la abundancia de larvas y del 64 al 94% de los juveniles y adultos colectados en cada crucero; esta especie se reproduce continuamente indicando una alta fecundidad. Sus centros de eclosión estuvieron estrechamente asociados a regiones de surgencias costeras con alta producción biológica; sus mayores abundancias se presentaron entre los 18 y 21°C. Esta especie tiene una elevada variabilidad en la morfogénesis de pleópodos de las furciliarias (estadios I-II) influenciada por las condiciones ambientales altamente variables de la región, las cuales modifican la dominancia de las secuencias de desarrollo en tiempo y espacio. La segunda especie en abundancia fue *Euphausia eximia* de afinidad ecuatorial, ésta constituyó del 1 al 11% de las larvas y del 2 a 10% de los juveniles y adultos; sus centros de eclosión estuvieron en regiones oceánicas y en la boca del Golfo de California, asociados con temperaturas entre 19 a 27°C en aguas poco productivas. Las especies *Nematoscelis difficilis* y *Nematobranchion flexipes* presentaron una estructura poblacional compuesta principalmente por juveniles y adultos. *N. difficilis* su reproducción fue realizada sólo durante mayo de 1986 al norte de Punta Eugenia y *N. flexipes* no presentó reproducción durante el período de estudio.

EFFECT OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF THE EUPHAUSIID (CRUSTACEA) POPULATIONS OFF THE WEST COAST OF BAJA CALIFORNIA, DURING MAY OF 1986, JULY OF 1987 AND JULY OF 1988.

ABSTRACT

The distribution and abundance of 22 species of euphausiid in relation to environmental conditions (temperature, salinity, dissolved oxygen, zooplankton biomass, and abundance of phytoplankton) were studied along the west coast of Baja California during May 1986, July 1987, and July 1988. An analysis of the structure of the populations of four species *Nyctiphanes simplex*, *Euphausia eximia*, *Nematoscelis difficilis* and *Nematobranchion flexipes* was made. The values of the variables of temperature, salinity and dissolved oxygen (14-20°C, 33.4-33.8‰ and 4-6 ml/l O₂) that were found during May 1986 were characteristic of the intense upwelling of the California Current along the coast of the peninsula. During July of 1987 and 1988, similar conditions were found to the north of Bahía San Juanico. However, south of Bahía San Juanico, from Bahía Magdalena to the mouth of the Gulf of California, the offshore waters of the Central Pacific had an influence (23-26°C, 33.6-33.8‰ and 2.8-3.4 ml/l O₂) as did tropical waters (23-31°C, 34-35.5‰ and 3.6-5.0 ml/l O₂).

The major taxa of the euphausiids zoogeographically related to the following type of species: Transitional (22.7%), Equatorial (27.3%), Central-Equatorial (27.3%), and Central (13.6%), when combined with the small amount of subarctic species (4.5%), coincided with the environmental conditions which prevailed during the moderate warming of the ENSO event (1986-1988). The species *Nyctiphanes simplex* (Transitional) comprised 88 to 97% of larval population and 64 to 94% of the juveniles and adults collected during each cruise. This species reproduces continuously as evidenced by its high fertility. The main hatching area was closely associated with the upwelling regions of high biological productivity. The highest densities were associated with a water temperature range of 18-21°C. High variability in the early morphogenesis of furcilia (stages I-II) was observed to be influenced by the high variability of the environmental conditions, which modify the dominant developmental sequence both seasonally and geographically. The next most abundant species was *Euphausia eximia* (Equatorial). This constituted 1 to 11% of the larva and 2 to 10% of juveniles and adults. The hatching areas were offshore and at the area at the mouth of the Gulf of California. These regions were associated with water temperature between 19 and 27°C and are areas of low biological productivity. The species *Nematoscelis difficilis* and *Nematobranchion flexipes* had a population structure made up mainly of juveniles and adults. *N. difficilis* showed reproduction only during May of 1986 and only north of Punta Eugenia. *N. flexipes* showed no reproduction during the time of this study.

INTRODUCCION

Los eufáusidos son un amplio y conspicuo componente del zooplancton en el ecosistema pelágico; la distribución zoogeográfica de la mayoría de las especies descritas hasta ahora es relativamente bien conocida (Mauchline y Fisher 1969), particularmente las especies que habitan en el Sistema de la Corriente de California (Brinton 1962, 1967, 1973, 1981; Brinton y Willie 1976; Youngbluth 1975, 1976).

Los estudios sobre la relación de la distribución geográfica de los eufáusidos con las masas de agua a macro-escala (Moore 1952; Brinton 1957, 1960, 1962, 1975) han permitido tener un marco de referencia con el cual seguir la incursión ú ocurrencia de eufáusidos en regiones locales (Brinton 1981). Sin embargo, la mayor parte de los estudios consideran únicamente el análisis de las poblaciones en términos de **ausencia-presencia** y en algunos casos de su abundancia, recibiendo menos atención la estructura poblacional de las especies. Si bien estos estudios dan una idea general de las posibles relaciones existentes entre las especies y las condiciones ambientales, estos análisis pueden enmascarar información relevante para comprender las relaciones diferenciales existentes entre los organismos de distintos estadios de desarrollo con las variaciones ambientales.

Desde 1982 el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional, ha venido realizando estudios oceanográficos y pesqueros encaminados a comprender el ambiente pelágico-costero de la costa occidental de la península de Baja California. Como parte de estos trabajos, la presente investigación aborda el estudio de los eufáusidos considerando tres aspectos relacionados con el efecto de las condiciones ambientales sobre la distribución, abundancia y estructura poblacional de los eufáusidos durante un período moderadamente cálido (1986-1988).

El efecto de las condiciones ambientales que prevalecieron durante el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENSO) en 1982-1983, considerado como el más intenso del siglo, sobre los organismos marinos en la región de la **península** de Baja California y Golfo de California ha sido bien documentado para los eufáusidos y otros grupos zooplanctónicos (Brodeur 1986; Green-Ruiz 1986; Lavaniegos-Espejo 1987; Lavaniegos-Espejo et al. 1989; Hernández-Trujillo 1991). Sin embargo, el efecto del calentamiento ocurrido en estas regiones durante el periodo (1986-1988) ha recibido menos atención.

Como primer punto, en este trabajo se abordan los efectos de las condiciones ambientales sobre las poblaciones de eufáusidos que integran agrupaciones de especies características de **habitats** particulares de la costa occidental de la península de Baja California, las cuales presumiblemente presentaron respuestas similares a las condiciones oceanográficas. Estos cambios de distribución y abundancia de las especies

correspondieron en gran medida a las fluctuaciones estacionales y anuales de la dinámica de corrientes y de masas de agua conocidas para la región (Reid et al. 1958; Bakun y Nelson 1977; Lynn y Simpson 1987).

La delimitación de las regiones biogeográficas marinas ha sido basada fundamentalmente en la flora y fauna bentónica (Brusca y Wallerstein 1979), en el ecosistema pelágico éstas son más complejas debido a la dinámica de las corrientes oceánicas (Fager y McGowan 1963; Alvarino 1967). De manera general, se considera que los parámetros que caracterizan a las masas de agua establecen las condiciones ambientales donde se desarrollan comunidades de organismos particulares (Johnson y Brinton 1963).

Se conoce que la distribución y abundancia de una gran cantidad de organismos marinos no tiene una clara relación con los límites de las masas de agua (McGowan 1971; Angel 1991); desde éste punto de vista, las clasificaciones biogeográficas clásicas como la propuesta por Brinton (1960, 1962 y 1975) para los eufáusidos del Océano Pacífico, utilizada como patrón de referencia en este estudio, pueden no ser claramente distinguibles en una región altamente variable como lo es el Sistema de la Corriente de California, particularmente las especies de eufáusidos conocidas como del Pacífico Central y Ecuatorial pueden tener limitaciones en su designación como indicadores de masas de agua de esta región.

Es por ello, que resulta conveniente proponer otros criterios de agrupación de especies para ésta región en particular, empleando estudios de carácter taxonómico y cladístico, que complementados con estudios relacionados con la estructura poblacional de los eufáusidos, como en el caso del presente trabajo, podrán sustentar nuevas propuestas de clasificación biogeográfica para esta zona de transición templado-tropical Californiana.

Como segundo punto, se describen las relaciones entre las condiciones ambientales con la estructura poblacional, períodos y áreas de reproducción de las cuatro especies de eufáusidos más abundantes de la región. Esta información permitió conocer algunos de los posibles factores relacionados con la reproducción y el desarrollo larval de éstas, que permitieron explicar su éxito reproductivo en esta región caracterizada por una alta variabilidad ambiental.

Como tercer punto, se hacen observaciones sobre las variaciones en la morfogénesis de los estadios lar-varios de *Nyctiphanes simplex* que fue la especie dominante en distribución y abundancia y se analizó la relación de éste fenómeno con las condiciones ambientales, que apoyan la hipótesis planteada con anterioridad por Sherard (1953) y Mauchline y Fisher (1969) de que las condiciones ambientales pueden alterar

la morfogénesis temprana de las furciliias de algunas especies de eufáusidos, modificando substancialmente la estructura poblacional de esta especie en el tiempo y el espacio.

De manera general, este trabajo aporta elementos nuevos de discusión sobre la biología y ecología de uno de los grupos de crustáceos más abundantes de la comunidad zooplanctónica de la región de Baja California; contribuyendo así, al entendimiento de las interacciones entre las condiciones ambientales y los organismos de diferentes especies y de cada una de éstas en sus distintas etapas de su ciclo de vida. Estudios de esta índole para los eufáusidos y otros grupos zooplanctónicos pueden ayudar a comprender los cambios en la distribución y abundancia de la fauna zooplanctónica inducidos por las condiciones ambientales locales y de gran escala.

Las consecuencias del cambio climático en la estructura y función de los ecosistemas marinos es actualmente considerado como investigación de frontera; la determinación de los patrones de variación de las variables climáticas y biológicas permitirán identificar los tipos y magnitudes de los cambios que ocurren en los ecosistemas marinos.

ANTECEDENTES

Actualmente existen 85 especies de eufáusidos descritas en el mundo, todas son marinas y la mayoría tienen una distribución oceánica (Brinton 1962). La excepción a lo anterior son los géneros **Nyctiphanes**, **Meganyciphanes** y **Pseudeuphausia** los cuales suelen ser encontrados con elevadas concentraciones en regiones costeras (Brinton 1960).

En la costa occidental de la península de Baja California han sido reportadas cerca de **25** especies de eufáusidos (Brinton 1960, 1962). De las cuales Brinton (1979) agrupó a las especies de mayor abundancia de acuerdo a su afinidad biogeográfica de la siguiente forma:

- a) Especies residentes al norte de la Corriente de California: **Nematoscelis difficilis**, **Thysanoessa gregaria**, y **Euphausia pacifica** y especies con distribución oceánica **E. hemigibba** y **E. recurva**.
- b) Especies que proliferan en el margen productivo del Pacífico Oriental Tropical: **E. eximia**, y en regiones costeras **Nyctiphanes simplex** y **Nematobrachion flexipes**.
- c) Especies propias del Pacífico Oriental Tropical, caracterizadas por ser migradoras verticales y adaptadas a bajas concentraciones de oxígeno, **Nematoscelis gracilis**, **E. diomedae**, **E. distinguenda** y **E. lamelligera**.

- d) Especies con poca o nula migración vertical, cosmopolitas de aguas cálidas que evitan las capas deficientes de oxígeno: ***Stylocheiron affine*, *S. carinatum* y *S. abbreviatum*.**

En años recientes se han realizado investigaciones encaminadas a examinar la biología de los eufáusidos en relación con los procesos oceanográficos en la costa occidental de la península de Baja California (Brinton 1957, 1960, 1962, 1967; Brinton y Reid 1986; Green-Ruíz 1986) y en el Golfo de California (Brinton y Townsend 1980; Lavaniegos-Espejo et al. 1989; Gendron 1990). Estas investigaciones han cobrado mayor interés debido a la posibilidad de comprender mejor los ciclos de producción en las aguas costeras con alta producción biológica.

El amplio conocimiento que se ha venido generando en la taxonomía, zoogeografía y ecología de los eufáusidos en la Corriente de California, ha sentado las bases teóricas para realizar investigaciones más detalladas sobre la estructura poblacional de sus especies, que por ser organismos holoplanctónicos proporcionan una magnífica oportunidad de analizar su estructura poblacional completa y relacionarla con las condiciones ambientales en el momento y lugar donde cada estadio fue capturado; de esta manera, las características mismas de la población permiten evidenciar **sí** éstas se encuentran en condiciones favorables ó desfavorables.

Para el Sistema de la Corriente de California existen algunos estudios acerca de la dinámica poblacional de los eufáusidos como las investigaciones realizadas por Smiles y Percy (1971) y Brinton (1976) para ***Euphausia pacifica*** frente a California; y el trabajo realizado por Montemayor (1986, 1987) para las especies ***N. simplex*, *N. difficilis*, *E. pacifica* y *T. gregaria*** para una localidad cercana a Bahía de Todos Santos Baja California; sin embargo, aún existen muchas especies en latitudes meridionales a Baja California Sur que no han sido estudiadas con detalle en su estructura poblacional, como son los casos de ***N. simplex*, *E. eximia* y *Nematobranchion flexipes*** que son especies importantes en el Pacífico Oriental Tropical.

JUSTIFICACION

Con base a los resultados de numerosas expediciones y cruceros oceanográficos realizados en el Pacífico en las últimas décadas, los eufáusidos han llegado a ser uno de los grupos zooplanctónicos que han despertado mayor interés científico, por su importancia dentro de la dinámica trófica de los ecosistemas pelágicos, su potencialidad pesquera, así como por su efectividad como indicadores biogeográficos.

Estos crustáceos constituyen una parte importante dentro de la producción secundaria del ecosistema pelágico, comprendiendo en promedio del 5 al 20 % de la

biomasa zooplanctónica (Brinton y Townsend 1980; Sánchez-Osuna y Hendrickx 1984; Guglielmo y **Zagami** 1985; Green-Ruíz 1986). Mediante registros efectuados con ecograma de sonar, se ha observado que en lugares **específicos** los **eufáusidos** son uno de los elementos principales que forman la capa de dispersión profunda (Moore 1950; Dietz 1962; Pieper 1979; Guglielmo y **Zagami** 1985), formando con frecuencia densos enjambres cercanos a la superficie (Komaki 1967; Brown et al, 1979; Nicol 1984; Gendron 1990).

Estos enormes enjambres de eupáusidos atraen a una serie de depredadores, algunos de importancia comercial este es el caso de los peces costeros **Merluccius productus** (Bailey et al. 1982), **Euthynnus pelamis** (Roger 1973) y **Thunnus maccoyii** (Olson 1980). Además los eupáusidos constituyen una parte fundamental de los hábitos de alimentación de aves y ballenas (Nemoto 1957; Mauchline y Fisher 1969; Antezana 1970; Mackintosh 1970; Gendron 1990). Por otra parte, Roger y Grandperrin (1976) reportaron que los eupáusidos desempeñan un importante papel en la transferencia de energía de los estratos superficiales a estratos más profundos como un efecto de las grandes migraciones diurnas que realizan algunas especies, constituyendo de esta forma el sustento de gran número de especies mesopelágicas.

Desde el punto de vista de su utilización pesquera, la captura de los enormes enjambres de eupáusidos está aún en el campo de la especulación, las mejores perspectivas de explotación las presenta la especie **Euphausia superba** distribuida en el Antártico, de la cual ya se inició su aprovechamiento, encontrando un potencial pesquero de 50 a 100 millones de toneladas, biomasa que excede la presente captura anual de todos los peces y mariscos (Sayed 1984). En el pacífico Norte la especie subártica **Euphausia pacifica** ha sido utilizada como alimento de peces de ornato y salmón con capturas de hasta 100 toneladas métricas (Kaylor y Learson 1985). En Japón esta especie es capturada a nivel pesquero para consumo humano (Komaki 1967).

En aguas subtropicales y tropicales la captura de eupáusidos no ha sido intentada aún. De manera particular, en las costas de la península de Baja California y Golfo de California algunas especies como **Nyctiphanes simplex** y **Nematoscelis difficilis** llegan a formar densas agregaciones con perspectivas de utilización pesquera (Brinton y Townsend 1980); sin embargo, es necesario conocer con mayor detalle las variaciones espacio-temporales de la distribución y abundancia, así como de su estructura poblacional de estas especies para planear su posible explotación pesquera.

Como organismos planctónicos indicadores, los **eufáusidos** han demostrado ser una parte fundamental dentro del conocimiento generado sobre la **dinámica oceánica**. Es bien conocido que no todos los organismos pueden ser buenos indicadores, hasta ahora los indicadores más comúnmente usados corresponden al zooplancton, especialmente los

organismos holoplanctónicos como los copépodos, quetognatos y eufáusidos debido a las siguientes características: 1) presentan períodos de desove relativamente largos, 2) son fáciles de capturar 3) tienen una amplia distribución vertical y 4) la taxonomía de estos grupos esta relativamente bien establecida (Neshyba 1986).

En el caso particular de los eufáusidos algunas especies se han reconocido como efectivos indicadores de las masas de agua y de los cambios hidrográficos (Brinton 1957, 1962, 1979; Johnson y Brinton 1963; Brinton y Townsend 1980), este es el caso de *Euphausia eximia* indicadora del avance de aguas de origen ecuatorial hacia latitudes altas. En la mayoría de las ocasiones los organismos indicadores han sido utilizados en términos de presencia-ausencia y en algunos casos en función de su abundancia, teniendo menos atención los atributos poblacionales.

En este trabajo se presenta la distribución y abundancia de varias especies de eufáusidos de diferente afinidad biogeográfica y se analiza de manera particular, la estructura poblacional de las cuatro especies dominantes en distribución y abundancia, caracterizando además las condiciones ambientales en donde se encontraron con mayor abundancia y se efectuó su reproducción. Lo anterior, posiblemente proporcione información relevante para el conocimiento de los factores involucrados en el éxito adaptativo de éstas especies en la costa occidental de la península de Baja California.

OBJETIVOS

- 1) La presente investigación tiene por objetivo determinar la distribución y abundancia de las diferentes especies de eufáusidos en la costa occidental de la península de Baja California durante mayo-junio de 1986, julio de 1987 y julio de 1988, en relación con las condiciones ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, así como la disponibilidad de alimento indicada por la abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica.
- 2) Analizar la estructura poblacional de las especies dominantes y relacionarla con las condiciones ambientales antes mencionadas, como un intento por comprender los factores involucrados en el éxito reproductivo de estas especies en la región de la costa occidental de la península de Baja California.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la costa occidental de la península de Baja California entre los 21 ° a 30" N y 106" a 118" W, cubriendo desde el norte de Punta Baja B.C. hasta Cabo San Lucas B.C.S., incluyendo además la entrada del Golfo de California. La plataforma continental en esta zona es estrecha, con la excepción de Bahía Sebastian Vizcaíno y la porción comprendida entre Punta **Abreojos** y el norte de Bahía Magdalena donde la plataforma excede hasta 100 km de amplitud (Fig. 1).

El sistema de corrientes de la región, está bajo la influencia del patrón de circulación del Océano Pacífico Oriental Ecuatorial, el cual es dominado por la Corriente de California (CC) y la Corriente Norecuatorial (CNE) (Wyrcki 1967). La CC se origina aproximadamente a los 40" N (Sverdrup et al. 1942) como una rama del giro anticiclónico del Pacífico Norte y fluye superficialmente hacia el ecuador, extendiéndose hasta 1000 km de distancia de la costa y con una profundidad que varía entre 100 y 300 m (Lynn y Simpson 1987; Simpson 1987). El flujo de esta corriente es más intenso durante la primera mitad del año (Wyrcki 1965, 1967).

Entre los 20 y 30" N la mayor parte de la CC gira al Oeste continuando como parte de la CNE, esta última, recibe además agua de la Contracorriente Ecuatorial (CCE) y agua del Océano Pacífico Oriental Tropical (POT) (Wyrcki 1965, 1967).

En dirección opuesta a la CC, existe un flujo hacia el norte compuesto por una contracorriente superficial costera (Contracorriente Davidson) y la Corriente Profunda de California (CPC) (Gómez y Vélez 1982; Lynn y Simpson 1987).

La contracorriente costera, cuando existe, es un flujo debil de 30 a 50 km de distancia a la costa y con una amplia variabilidad estacional; mientras que la CPC es un flujo con mayor velocidad, particularmente cerca de la plataforma continental, con una amplitud de 150 km de la costa y ocurre durante casi todo el año (Gómez 1984; Lynn y Simpson 1987; Simpson 1987).

Durante períodos de mínima tensión superficial del viento (octubre a febrero), la CPC llega a estratos superficiales, convirtiéndose en la contracorriente costera y en períodos de máxima tensión de viento (marzo a agosto), la capa superficial es dominada por un flujo hacia el ecuador, donde la CPC se encuentra en estratos más profundos (200 y 500 m) (Reid et al. 1958; Chelton 1982; Gómez 1984; Lynn y Simpson 1990).

Este patrón de corrientes se complica cerca de la costa por la influencia de corrientes costeras y estacionales, eventos de surgencias costeras (Wooster y Reid 1963; Wyrcki 1965; Beirstein et al. 1977; Gómez y Vélez 1982), así como sistemas de

remolinos locales semipermanentes (Hewitt 1981).

Las propiedades del agua de la CC son determinadas por el aporte de diferentes masas de agua en su recorrido hacia el sur; cerca de los 48° N recibe agua fría (< 15°C), de baja salinidad (< 33.5 ‰) y con alta concentración de oxígeno disuelto del Pacífico Subártico (Reid et al. 1958; Lynn y Simpson 1987). Por el oeste recibe agua del Pacífico Central del Noroeste caracterizada por ser cálida, salada y con relativamente poca concentración de oxígeno disuelto y nutrientes (Reid et al. 1958).

En la parte sur, la CC recibe agua del Pacífico Ecuatorial caracterizada por sus elevadas temperaturas (> 20°C), alta salinidad (> 34.5 ‰) y baja concentración de oxígeno disuelto, la cual entra como parte de la CPC (Pickard 1964; Wyrski 1967). En las capas superficiales la CC se une a la masa de agua Tropical, identificada por sus elevadas temperaturas (> 25°C) y salinidades superiores a 34 ‰ (Wyrski 1967).

Las fronteras entre estas masas de agua superficiales no son evidentes, excepto cerca de Cabo San Lucas donde existe un sistema frontal, que es particularmente pronunciado durante la primavera y verano (Griffiths 1965). La entrada del Golfo de California está influenciada por el agua cálida altamente salina (> 34.9 ‰) formada dentro del golfo por un exceso de evaporación sobre la precipitación (Alvarez-Borrego 1983).

En la costa occidental de la península de Baja California, ocurren surgencias costeras durante casi todo el año, estos procesos se intensifican en el periodo de febrero a junio cuando predominan los vientos del noroeste (Reid et al. 1958; Bakun y Nelson 1977; Brusca y Wallerstein 1979). La extensión hacia fuera de la costa de la estructura superficial típica de una surgencia costera es de hasta 50 km de la costa (Tomczak 1981; Gómez 1984; Lynn y Simpson 1987; Simpson 1987). En los ecosistemas de surgencia costera se producen condiciones óptimas para el abastecimiento de nutrientes, a través de un transporte vertical de agua subsuperficial a la zona eufótica, donde existe una iluminación óptima para la fotosíntesis (Barber y Smith 1981); favoreciendo así a las especies hervíboras de la comunidad zooplanctónica (Longhurst 1967a).

Las asociaciones geográficas de diferentes especies en el Sistema de la Corriente de California, han permitido considerar a su área de influencia como una región de convergencia faunística, que contiene su propia biota planctónica cálido-templada y subtropical, influenciada por agua del Pacífico Norte, el giro anticiclónico de Pacífico Central y en una menor extensión por la masa de agua Ecuatorial (Brinton 1960; Fager y McGowan 1963; Johnson y Brinton 1963; Alvarino 1967; Reid et al. 1978; Brinton y Reid 1986; Hernández-Trujillo 1989; Sánchez-Hidalgo 1989).

MATERIALES Y METODO

El material biológico de este trabajo proviene de tres cruceros oceanográficos realizados por el Departamento de Plancton del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) en la costa occidental de la península de Baja California; éstos fueron efectuados a bordo del B/O “El Puma” de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El crucero CICIMAR 8605 (26 mayo al 7 de junio de **1986**), cubrió desde Punta Baja B.C. hasta Punta Márquez B.C.S. y el CICIMAR 8707 (06 al 23 de julio de **1987**), comprendió desde el norte de Punta Eugenia al Sur de **Bahía** Magdalena B.C.S. Estos dos cruceros tuvieron estaciones alejadas de la costa hasta 100 mn. El crucero CICIMAR 8807 (24 de julio al 5 de agosto de **1988**), fue de mayor cobertura comprendiendo desde Punta Baja B.C. hasta Cabo San Lucas B.C.S., incluyendo un transecto en la entrada del Golfo de California, estos muestreos cubrieron la Zona Económica Exclusiva de México con estaciones localizadas hasta 200 mn mar adentro (Fig. 2).

Para la colecta de las muestras de zooplancton se siguieron los procedimientos propuestos por Smith y Richardson (**1979**), realizando arrastres oblicuos con una red tipo bongo con mangas de 333 μ y 505 μ de luz de malla. Las muestras fueron fijadas con formol diluido en agua de mar al 4% y neutralizada con una solución saturada de borato de sodio. En cada estación se efectuaron muestreos de agua por medio de botellas tipo Niskin adaptadas a una roseta de disparo automático, lanzada a profundidades de 0, 10, 25, 50, 100, 200 y 300, 400, 500 y 600 m, para obtener los registros de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (ml/l) y salinidad ($^{\circ}/\text{.}$). La profundidad **máxima** de las calas hidrográficas varió en los tres cruceros de la siguiente forma: CICIMAR 8605 (hasta 300 m), CICIMAR 8707 (hasta 200 m) y 8807 (hasta 600 m).

A las muestras de zooplancton se les determinó la biomasa zooplanctónica mediante el método de volumen desplazado (Beers **1976**), los datos de biomasa normalizada a mililitros por 1000 metros cúbicos fueron obtenidos de CICIMAR (1986, 1988). Considerando que los eufáusidos tienen hábitos de alimentación principalmente omnívoros (Lavaniegos-Espejo 1987; Lavaniegos-Espejo et al. 1989) y que el alimento tiene una influencia significativa en la distribución y abundancia de los eufáusidos (Knight **1984**), se utilizaron los datos de abundancia fitoplanctónica (cél/l) de la fracción **nano** ($< 25 \mu$) y micro ($> 25 \mu$) de los cruceros CICIMAR 8707 y 8807 (CICIMAR **1991**), así como la biomasa zooplanctónica en los tres cruceros. Esta información fue considerada como indicadora de la cantidad de alimento disponible para las poblaciones de eufáusidos.

La separación de los eufáusidos se efectuó a partir de muestras obtenidas con la manga de 505 μ , las muestras con menos de 20 ml de biomasa zooplanctónica se

analizaron en su totalidad; aquellas que sobrepasaron este valor, se fraccionaron siguiendo los criterios de Brinton (1979) por medio de un **fraccionador** tipo Folsom en **alícuotas** no mayores a 1/16 dependiendo de la biomasa de cada muestra.

Los criterios seguidos para la identificación de los **eufáusidos** juveniles y adultos fueron los propuestos por: (Boden et al. 1955; Gopalakrishnan 1974, 1975; Brinton 1975; Antezana et al. 1976), contando el número de individuos de los estadios juveniles y adultos. Para la identificación de los primeros estadios de desarrollo se recurrió a los trabajos de (Lebour 1926; Boden 1950, 1951; Lewis 1955; Mauchline 1971; Gopalakrishnan 1973; Brinton 1975; Casanova 1974; Knight 1975, 1980; **Endo** y Komaki 1979). Además se contó con la asesoría del Dr. Edward Brinton y de Annie Townsend investigadores del Scripps Institution Oceanography (**SIO**) de la U.C.S.D para la verificación de algunos **especímenes**.

Con el propósito de hacer comparativa la abundancia de eupáusidos entre un lance y otro, el número de organismos colectados se estandarizó a 1000 m³ (Smith y Richardson 1979). Realizar comparaciones directas entre la abundancia de larvas (caliropis y furciliias) y los estadios postlarvales (juveniles y adultos) presenta serias dificultades, debido a la diferencia en biomasa que representa cada una de las etapas de desarrollo y en algunos casos a la enorme discrepancia en la abundancia de ambos componentes, por esta razón, el análisis de la distribución y abundancia de las especies se hizo de manera separada para las larvas y postlarvas. En primera instancia, las especies de eupáusidos fueron agrupados con base a su afinidad **biogeográfica** de acuerdo a los trabajos de Brinton (1960, 1962, 1975). Considerando estos criterios los eupáusidos se dividieron de la siguiente forma: Subárticos, Transicionales, Centrales, **Central**-ecuatoriales y Ecuatoriales. Estos criterios ayudaron a agrupar las especies para analizar su distribución horizontal.

Debido a la naturaleza del muestreo (lances oblicuos), la red bongo captura organismos de diferentes estratos de profundidad a lo largo de su recorrido. Por esta razón, las especies de eupáusidos fueron agrupadas de acuerdo al patrón de distribución vertical con base en los trabajos de Brinton (1962, 1967) y Youngbluth (1975, 1976) en los cuales se proponen la siguiente clasificación: Especies epipelágicas (0 a 700 m), mesopelágicas (140 a 1000 m) y batipelágicas (> 1000 m). Con la finalidad de conocer las áreas con mayor abundancia se determinó la distribución latitudinal para cada especie **graficando** los promedios de la abundancia por transecto. Con el objetivo de conocer **los** patrones de diversidad de las especies de eupáusidos, se determinó la riqueza específica expresada como el número de especies por estación, siguiendo un criterio semejante al de Loeb et al. (1983). De acuerdo con el número máximo de especies encontrado en una estación (12) durante el período de estudio, se definieron cuatro grupos con los siguientes intervalos de especies por estación (1-3; 4-6; 7-9 y 10-12).

Para el análisis de la estructura poblacional, se eligieron las especies que presentaron mayor distribución y abundancia en los tres cruceros. El procedimiento para escoger estas especies fue **graficando** su abundancia y frecuencia de aparición, esta última definida como el porcentaje de la proporción de estaciones positivas entre el total de estaciones muestreadas durante un crucero determinado (Fig. 3). Dividiendo la gráfica en cuatro cuadrantes iguales, se tiene una idea sobre cuales fueron las especies abundantes y con mayor distribución en el área muestreada; la manera de interpretar cada cuadrante es la siguiente:

- I Especies dominantes con alta abundancia y amplia distribución.
- II Especies con alta abundancia pero con reducida distribución.
- III Especies raras con baja abundancia y reducida distribución.
- IV Especies con baja abundancia pero con amplia distribución.

Bajo éste criterio se eligieron las especies con mayor importancia en términos de abundancia (cuadrantes I y II). Para éstas se efectuó el análisis de la variación de la estructura poblacional (caliopsis-furcilia-juveniles y adultos) por crucero y por zonas latitudinales. Los cambios espacio-temporales en la abundancia relativa de las larvas (caliopsis) fueron utilizados como una medida del reclutamiento a la población, **así** como un indicador de los centros de eclosión donde se realizó la reproducción con mayor intensidad (Brinton y Townsend 1980).

Para los estadios furcilia se definieron los estadios y subestadios por medio de la secuencia de aparición de pleópodos y **setación** de éstos utilizando la notación empleada por **Endo** y Komaki (1979) y Knight (1984); que consiste en lo siguiente: Un par de pleópodos no **setados** es indicado por el símbolo (‘) y un par de pleópodos **setados** por (”), de tal forma que un espécimen con dos pleópodos **setados** y tres no **setados** se escribe (2”3’), denotando además el número de espinas de la parte posterior del telson, con base a esto se han clasificado a las furcilia en ocho formas larvales,

- F(0) Furcilia sin pleópodos.
- F(n) Furcilia con pleópodos no **setados** (1-5).
- F(sn) Furcilia con una combinación de pleópodos **setados** y no **setados**, con un número menor a cinco pares.
- F(SN) Furcilia con una combinación de pleópodos **setados** y no **setados**, con cinco pares de pleópodos.
- F(7tsp) Furcilia con pleópodos completamente desarrollados y con siete espinas en el telson.
- F(6tsp) Furcilia con pleópodos completamente desarrollados y con seis 6 cinco espinas en el telson.
- F(4tsp) Furcilia con pleópodos completamente desarrollados y con cuatro ó tres

espinas en el telson.

F(2tsp) Furcilia con pleópodos completamente desarrollados y con dos ó una espina en el telson.

A partir de numerosas investigaciones de campo y de laboratorio donde se han descrito la secuencia de aparición de pleópodos en el desarrollo larval de los eufáusidos (Mauchline 1980), se ha evidenciado que todas las especies comparten las siguientes generalidades en su desarrollo ontogénico:

- 1) La aparición y diferenciación de pleópodos inicia de la parte anterior del abdomen a la parte posterior de este.
- 2) Un par de pleópodos ó setas existente no puede ser reducido ó reabsorbido en mudas subsecuentes.
- 3) La formación inmediata (durante un solo intervalo de intermuda) de pleópodos **setados** en un **somita** sin pleópodos es imposible.
- 4) Los pleópodos no **setados** usualmente llegan a setarse en la siguiente muda, ocasionalmente puede mudar sin modificar su forma larval.
- 5) Las larvas con un número incompleto de pleópodos adquieren uno ó mas pares de pleópodos adicionales en la siguiente muda, sin embargo, el número de pleópodos puede en algunas ocasiones permanecer igual.

Con estos criterios se definió la secuencia de desarrollo de las larvas de las especies más abundantes. De acuerdo con Fraser (1936), Sherard (1953) y Knight (1984) en las especies que presentan variabilidad en su desarrollo ontogénico, el número de las formas larvales y la abundancia relativa de éstas en cada estadio puede variar en diferentes lugares ó en un mismo lugar pero en distintas épocas, por lo que las formas dominantes de las furciliarias exitosas presumiblemente indican la ruta de desarrollo más común en un lugar y momento dado de la población. De esta forma es posible caracterizar cuales fueron las secuencias de desarrollo dominantes en condiciones ambientales particulares.

En la población adulta, se determinó la proporción de sexos y madurez sexual para cada especie. En los machos ésta última se registró siguiendo los criterios propuestos por Brinton (1978) por la ausencia (MSE) ó presencia (MCE) del espermatóforo. De acuerdo con Mauchline y Fisher (1969) y Gopalakrishnan (1973) de las 85 especies de eufáusidos, 57 liberan los huevos en el mar mientras que las 28 restantes llevan adheridos sus huevecillos en las patas torácicas como ocurre en los géneros **Nyctiphanes**, **Nematoscelis**, **Nematobranchion**, **Stylocheiron**, **Pseudeuphausia** y **Tessarabrachion** (éstos dos últimos, no han sido registrados en el área de estudio); de esta forma la madurez sexual de las hembras fue determinada por la presencia de espermatóforos adheridos al **télico** (HE), de ovocitos internos (HOI) ó de sacos ovíferos (HO). Las hembras sin alguna de estas

características fueron consideradas inmaduras (H) (Fig. 4).

Además se analizó la distribución de frecuencia por talla de los estadios larvales (caliaptopis y furciliias) y postlarvales (juveniles y adultos). La medición de la talla del cuerpo se realizó usando un micrómetro **Kiowa** (precisión estimada: ± 0.01 mm); la longitud total de las larvas, juveniles y adultos, fue desde la parte anterior del rostro hasta el límite posterior del telson (sin considerar las setas) de acuerdo al trabajo de Mauchline y Fisher (1969) (Fig. 5).

Para el establecimiento del marco ambiental durante los tres cruceros, se utilizaron los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto reportados por Cervantes y Guerrero (1990) y CICIMAR (1990), analizando las variaciones espacio temporales de la siguiente forma:

- 1) Variaciones temporales mediante análisis exploratorio de datos de cajas tipo Whisker. De acuerdo con Mc Gill et al. (1978) este método agrupa los datos presentando la mediana y la desviación estándar, además los valores que estén alejados a 1.5 veces la **longitud** de la caja, se **gráficán** individualmente como valores extremos.
- 2) Mapas de distribución horizontal de los parámetros ambientales
- 3) Perfiles verticales por transectos perpendiculares y paralelos a la costa, realizados mediante el programa Golden Graphic. En virtud de que los muestreos planctónicos tuvieron una profundidad máxima de 210 m, la descripción de la estructura vertical tendrá mayor énfasis en las condiciones ambientales de este estrato.
- 4) Se calcularon los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto (**ml/l**) en el agua de mar con respecto a una atmósfera de 20.95% de oxígeno y 100% de humedad relativa en una presión atmosférica de 760 mm Hg, utilizando la fórmula propuesta por Weiss (1970) y los datos pareados de temperatura y salinidad publicados por Riley y Skyrrow (1975) y Parson et al. (1984).

Por otra parte, se analizó la variación de la temperatura superficial con base a la serie de tiempo de los promedios mensuales publicados por Cole y McLain (1989) para el período de enero de 1980 a julio de 1988, utilizando los valores de temperatura superficial de las zonas costeras (**Coastal SST Values °C**), definidas por ellos como zonas 8 (21-24° N), 9 (24-27° N) y 10 (27-30° N). Esta base de datos fue complementada con los datos obtenidos durante los tres cruceros analizados. El primer análisis aplicado a las series en cada región fue el cálculo de sus anomalías, definidas como:

$$Z_{ij} = X_{ij} - Y_j$$

Donde:

Z_{ij} = Anomalía del j-ésimo mes en el i-ésimo año.

X_{ij} = Valor de la variable en el j-ésimo mes del i-ésimo año.

Y_j = Valor promedio en el j-ésimo mes.

Las anomalías así calculadas no presentan un período anual típico de las series de datos ambientales. El ruido ó variación aleatoria de la serie se filtró usando promedios móviles de orden 12, eliminándose cualquier frecuencia igual ó menor a $1/12$. Los promedios móviles fueron calculados siguiendo los procedimientos de Makridakis y Wheelwright (1978).

Para determinar la posible relación existente entre la distribución y abundancia de los eufáusidos con las condiciones ambientales, se realizaron histogramas de frecuencia de la abundancia para los estadios caliptopis, furcilia, juveniles y adultos. Con la finalidad de delimitar las condiciones en la cuál se realizó la reproducción se hizo este mismo análisis pero considerando únicamente a los estadios cercanos a la eclosión (caliptopisj, así como los adultos en estado reproductivo (HE, HOI, HO Y MCE).

Debido a que en este estudio se analizaron tres cruceros con diferente cobertura de muestreo y a que los meses de estudio únicamente coincidieron en los cruceros de julio de 1987 y 1988, existen dificultades para realizar comparaciones entre estos. El crucero CICIMAR 8605 realizado en mayo de 1986 se consideró como condiciones ambientales de primavera, mientras que los cruceros de julio de 1987 y 1988 representaron condiciones de inicio del verano.

Con la finalidad de reducir las limitaciones en las comparaciones espaciales de la distribución y abundancia de eufáusidos y los parámetros ambientales, el área de estudio se dividió en seis regiones latitudinales con base a la cobertura de cada uno de los cruceros; de tal forma que las regiones (II, III y IV) fueron muestreadas durante los tres cruceros, aunque con diferente intensidad, mientras que las otras tres zonas únicamente fueron muestreadas en el crucero de mayo de 1986 la zona 1 y en julio de 1988 las zonas 1, V y VI (Fig. 6).

Con base en esta división se analizó la estructura poblacional de los eufáusidos en términos de la abundancia de cada estadio, así como por su longitud total promedio para los tres cruceros estudiados. Para las furciliias se calculó el factor de crecimiento por regiones latitudinales y cruceros, expresado como talla promedio del estadio entre la talla promedio del estadio anterior siguiendo los criterios propuestos por Knight (1984).

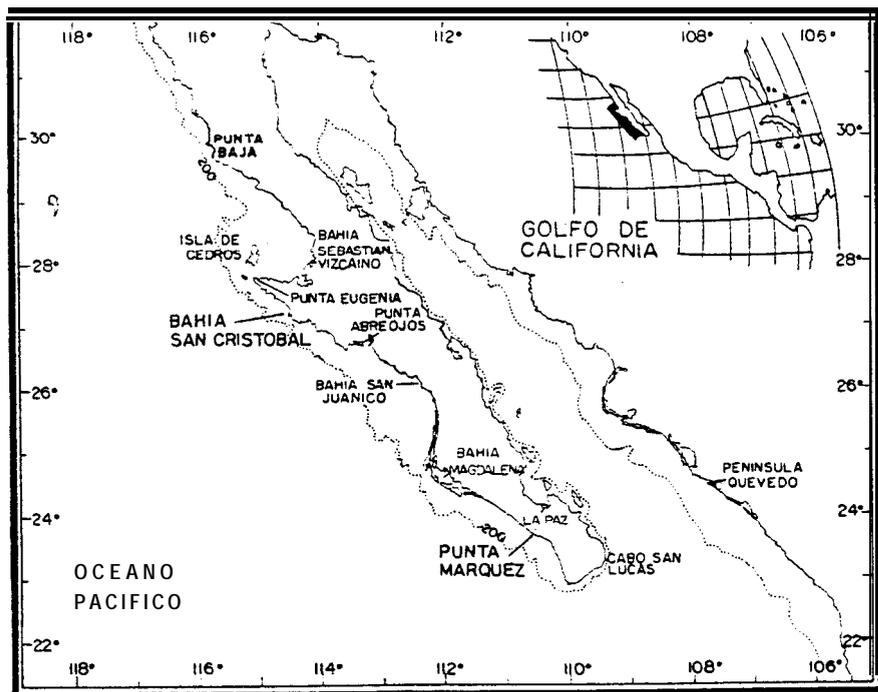


Fig. 1 Toponimia del área de estudio.

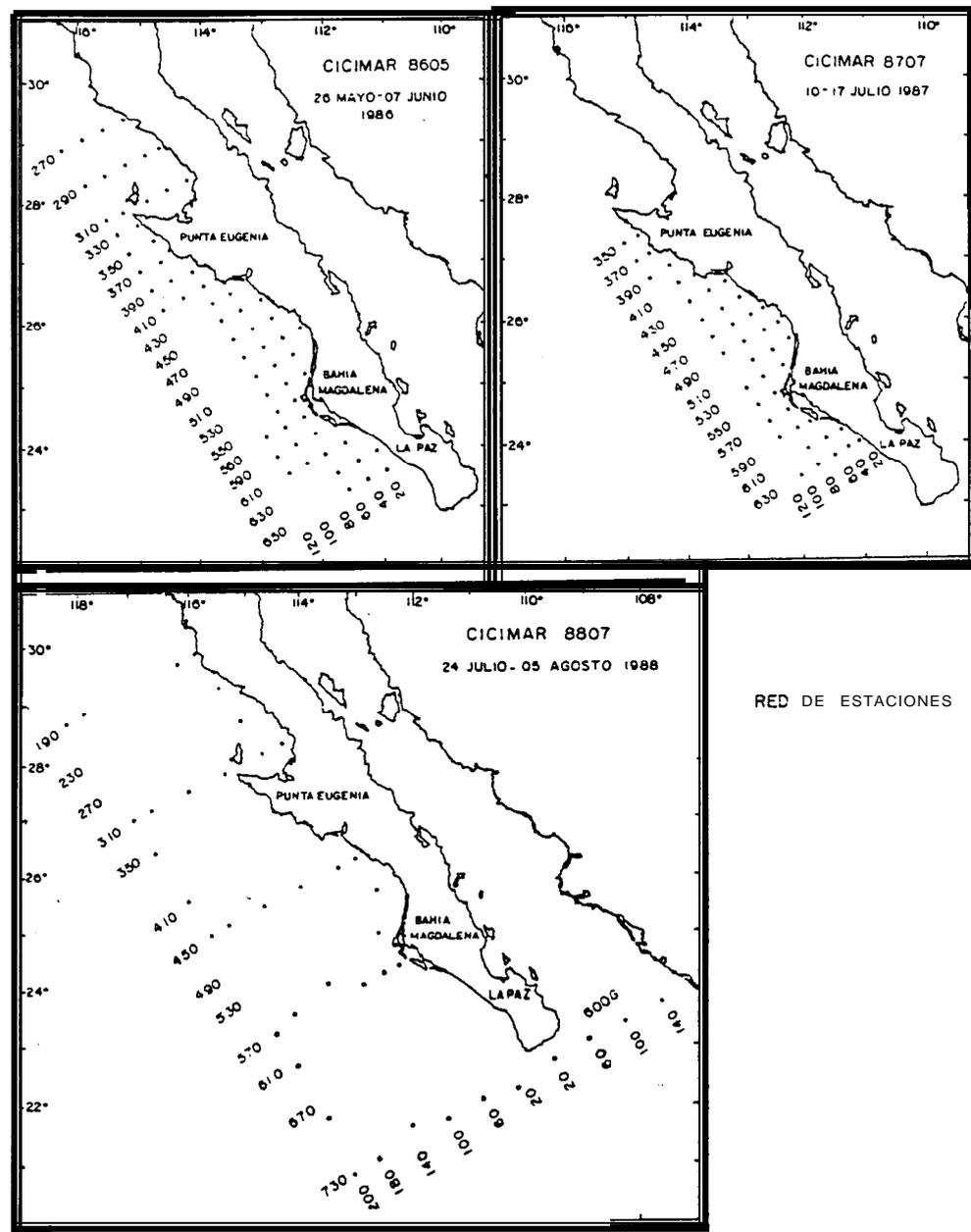


Fig. 2 Cobertura de los cruceros oceanográficos.

RED DE ESTACIONES

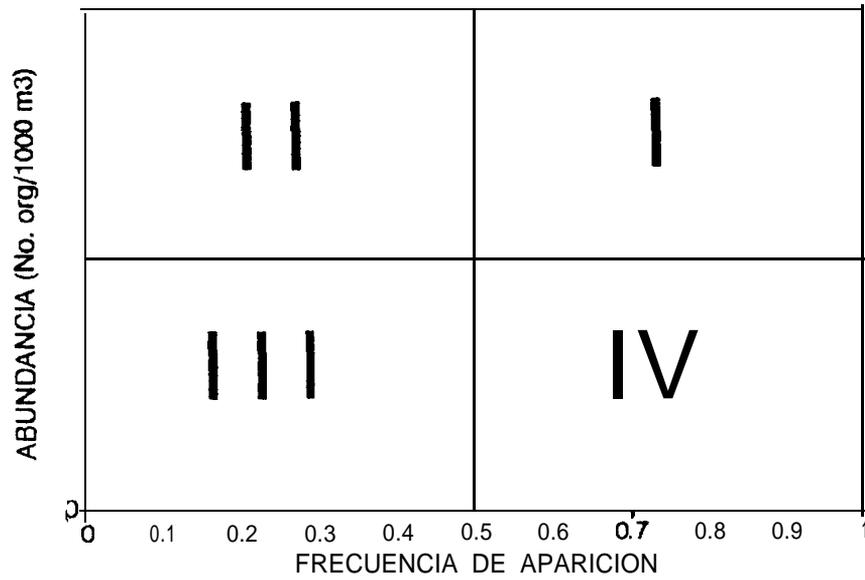


Fig. 3 Esquema de la frecuencia de aparición por crucero y la abundancia total de los eufáusidos.

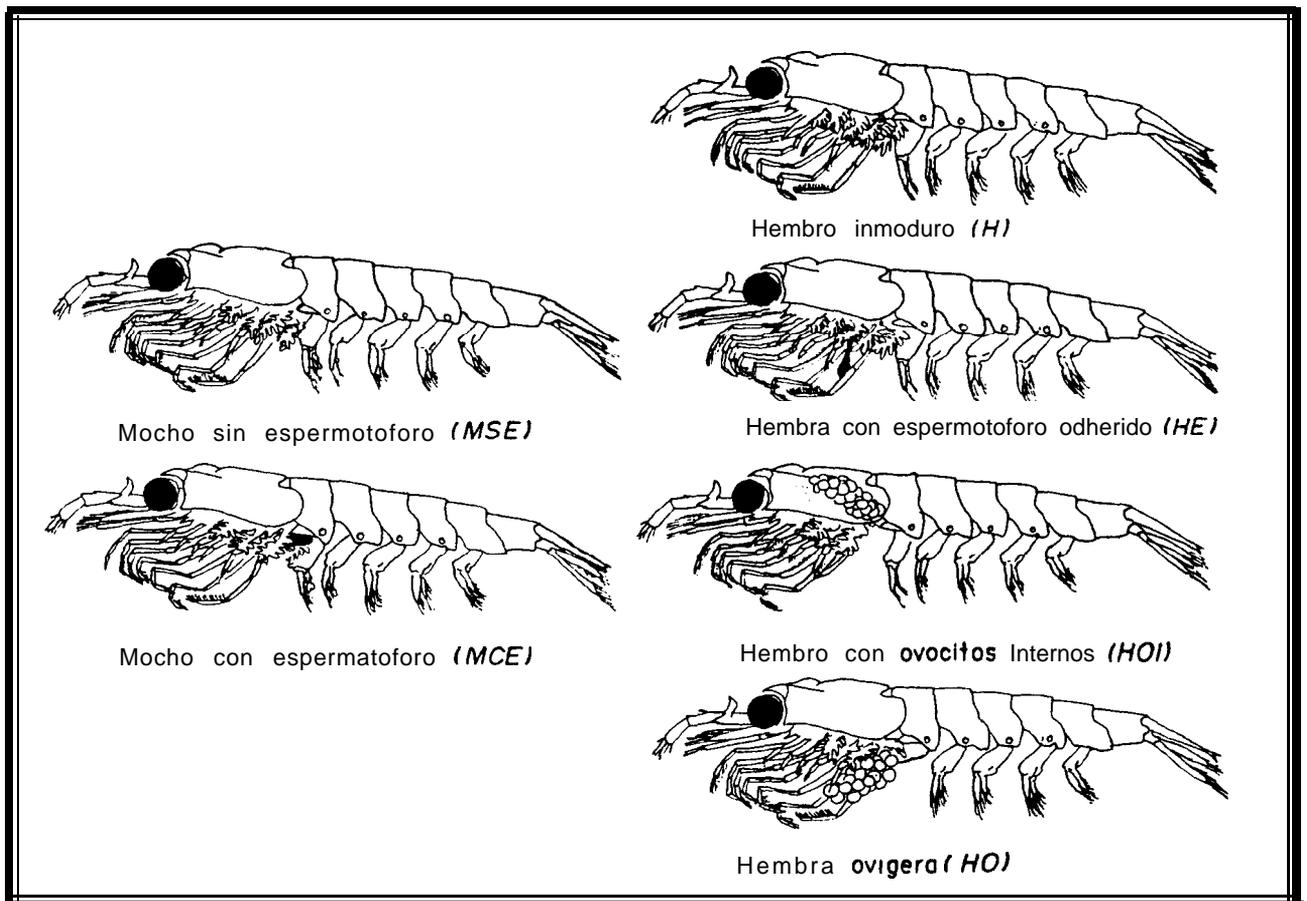


Fig. 4 Clasificación del estado de madurez sexual de los eufáusidos.

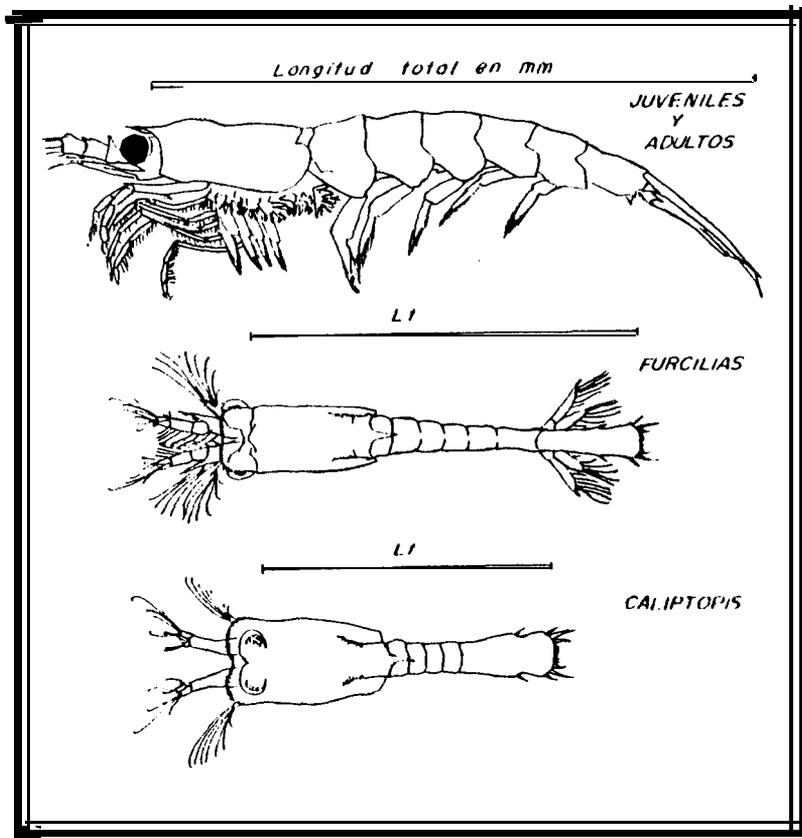


Fig. 5 Medición de la longitud total (mm) en los diferentes estadios de desarrollo de los euphausíidos de acuerdo con Mauchline y Fisher (1969).

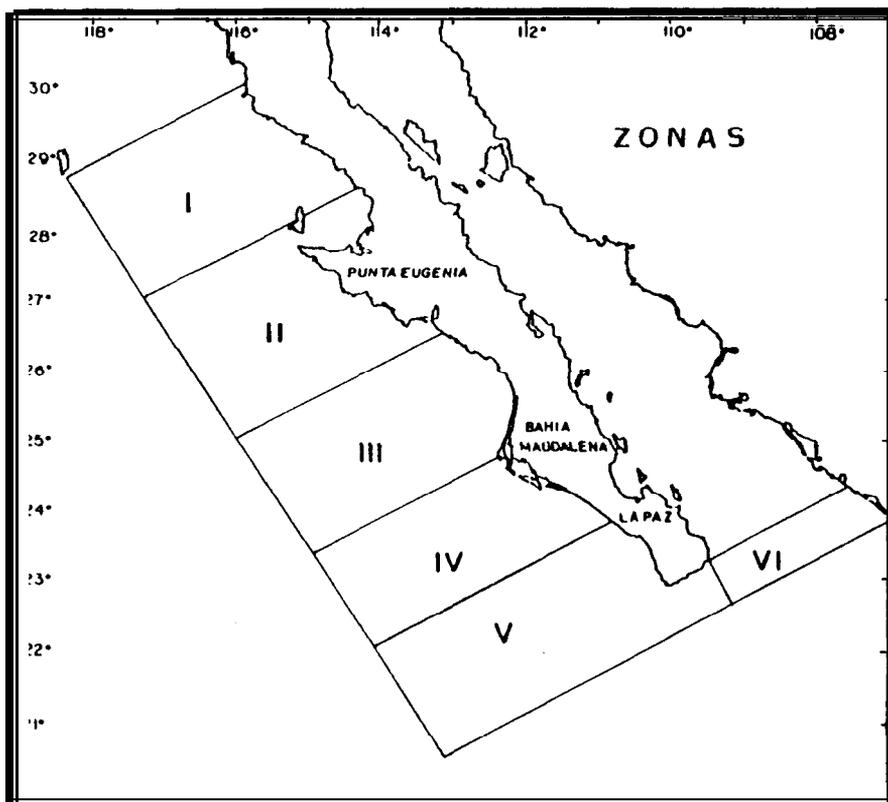


Fig. 6 Regiones latitudinales del área de estudio.

RESULTADOS

1 PARAMETROS AMBIENTALES

1.1 Temperatura

Por medio del análisis con cajas tipo Whisker, se observó que durante la primavera de 1986 (mayo-junio) se presentaron las temperaturas superficiales más bajas, con una mediana de 17.9°C ; en verano de 1987 (julio) se presentaron condiciones **más cálidas** con una mediana de 20.5°C y en verano de 1988 (julio) se registraron las mayores temperaturas de los tres cruceros con un valor de la mediana de 22.9°C (Fig. 7). Las diferencias entre ambos veranos fue consecuencia de que en julio de 1988 se muestrearon zonas con elevada temperatura como la porción oceánica de la costa occidental de la península de Baja California (23 a 25°C) y la entrada del Golfo de California (29 y 31°C).

De manera general, la distribución espacio temporal de la temperatura superficial reflejó el estado de la Corriente de California durante los meses estudiados. La distribución de las isotermas menores de 20°C variaron considerablemente entre los tres meses.

1.1.1 Temperatura durante Mayo de 1986

Durante este mes se observó una influencia de la Corriente de California (temperaturas inferiores a 20°C) a lo largo de toda la península, las menores temperaturas (14 a 18°C) se presentaron cerca de la costa, incrementándose éstas hasta $19-20^{\circ}\text{C}$ hacia mar adentro. Los pronunciados gradientes térmicos costa-océano indicaron la presencia de surgencias costeras, particularmente frente a Punta Baja, Punta Eugenia, Punta Abreojos, Bahía San Juanico y Bahía Magdalena (Fig. 8 a).

La figura 9 muestra la posición de los transectos elegidos para el análisis de los perfiles verticales. Los perfiles de temperatura de los transectos perpendiculares a la costa en primavera de 1986, mostraron que la capa de mezcla fue relativamente somera y desapareció en estaciones cercanas a la costa. De manera general, las isotermas menores de 15°C se encontraron en estratos profundos (50 a 100 m) en estaciones alejadas de la costa y se inclinaron hacia la superficie a medida que se acercaron a ésta; lo anterior confirmó la presencia de las surgencias costeras durante este mes (Fig. 10 a-e). Esta tendencia no se presentó en los transectos sureños (**610-650**), donde predominaron temperaturas más elevadas (17 a 19°C) cerca de la superficie (Fig. 10 f-g).

El transecto paralelo y cercano a la costa (línea 60), que cubrió desde Laguna Ojo de Liebre (estación 430) hasta Punta Márquez (estación 650), mostró que el área comprendida entre Punta Abreojos y Cabo San Lázaro, presentó una termoclina (17 a 12°C) en los primeros 50 m de profundidad; frente a la boca de Bahía Magdalena la termoclina desapareció y las isotermas de 17 a 13°C se inclinaron abruptamente hacia estratos cada vez más profundos (75 a 200 m) hacia latitudes menores (Fig. 10 h).

1.1.2 Temperatura durante Julio de 1987

• En este mes la influencia de la Corriente de California se vio disminuida, las temperaturas superficiales menores de 20°C se encontraron restringidas al norte de Bahía San Juanico, éstas decrecieron gradualmente hacia el norte hasta la isoterma de 16°C en la región costera frente a Bahía Asunción. Al sur de Bahía San Juanico se observaron temperaturas mayores de 20°C, la cuales se incrementaron hasta 27°C frente a Punta Márquez; estas características probablemente representaron el avance de aguas de origen tropical hacia el norte. La ausencia de gradientes térmicos costa-océano al sur de Bahía San Juanico, indicaron un debilitamiento de las surgencias en esta zona, ocurriendo estos eventos únicamente en latitudes norteñas a esta bahía (Fig. 8 b).

La distribución vertical de la temperatura en los transectos perpendiculares a la costa mostró condiciones de estratificación, con una termoclina (17 a 13°C) en los primeros 50 m de profundidad, particularmente entre Punta Eugenia y Bahía San Juanico; sin embargo, existieron surgencias débiles en estas latitudes (Fig. 11 a-d). En el sur (líneas 570-630), la formación de termoclinas pronunciadas constituidas por temperaturas elevadas de 21 a 24°C en los primeros 20 m de profundidad mantuvieron estratificada la columna de agua, no existiendo surgencias en esta zona (Fig. 11 e-g).

En el transecto paralelo a la costa (línea 80) se evidenció que, al igual que la primavera de 1986, las isotermas con temperaturas menores de 15 °C se encontraron en estratos más profundos en las estaciones localizadas al sur (Fig. 11 h).

1.1.3 Temperatura durante Julio de 1988

Para este crucero se observaron, en las mismas regiones, temperaturas superficiales más elevadas que en julio de 1987. Las isotermas menores de 20°C se registraron en las regiones costeras desde Punta Baja hasta Bahía Magdalena. A partir de estas zonas se incrementó la temperatura hacia mar adentro y hacia el sur, con la incursión hacia la costa de agua cálida (23 a 26°C) proveniente posiblemente del océano Pacífico Central por el Oeste. Frente a Cabo San Lucas B.C.S. se registró un pronunciado gradiente térmico superficial (26 a 29° C) que separó las condiciones cálidas de la entrada del Golfo (29 a 31 °C) con la costa occidental de la península (25 a 26°C) (Fig. 8 c).

Con respecto a la distribución vertical de la temperatura, se presentaron condiciones térmicas diferentes a lo largo de la **península**. En el norte, la parte oceánica presentó temperaturas de 20 a 21 °C cerca de la superficie y 18 °C en las estaciones costeras. La termoclina a lo largo de todos los transectos fue bastante pronunciada entre los 50 y 100 m encontrándose ligeramente más profunda en latitudes menores (Fig. 12 a-d).

Con relación al frente oceánico encontrado cerca de Cabo San Lucas se observó que la boca del Golfo de California, la capa de mezcla comprendió los primeros 100 m de profundidad con temperatura de 28 °C. Frente a Cabo San Lucas, existió un pronunciado gradiente en sentido vertical (24 a 28°C), que diferenció notablemente las condiciones en los primeros 150 m entre la boca del Golfo de California y la costa occidental de Baja California; la termoclina se presentó cerca de la superficie (10 a 50 m) en el lado Oeste de la península y a 100- 120 m en la boca del Golfo de California (Fig. 12 e).

Con respecto a la distribución vertical de la temperatura, en el transecto paralelo a la costa oceánico (línea 200), se observó una termoclina pronunciada en los primeros 100 m con temperaturas de 22 a 11 °C en la parte norte, hacia el sur las isotermas se encontraron en estratos cada vez más profundos, de esta forma, la isoterma de los 11 °C encontrada a 100 m en la porción norte del transecto se encontró entre 200 y 300 m en la porción sur de éste (Fig. 12 f).

1.2 Salinidad

1.2.1 Salinidad durante Mayo de 1986

La distribución horizontal de la salinidad superficial fue relativamente homogénea desde Punta Eugenia hasta el norte de Bahía Magdalena (33.4 a 33.8 ‰). De acuerdo con Brinton (1979) el agua con salinidades menores a 34‰ encontrada en los primeros 100 m de profundidad es un buen indicador la Corriente de California, de esta forma las salinidades antes mencionadas junto con las bajas temperaturas de la zona mostraron la influencia de la Corriente de California durante este mes. Las salinidades mayores (33.8 a 34 ‰) estuvieron cerca de la costa como consecuencia de las surgencias costeras, especialmente frente Bahía Asunción, **Bahía San Juanico**, Bahía Magdalena y Punta Márquez (Fig. 13 a).

Los perfiles verticales de los transectos perpendiculares a la costa mostraron que, de manera general, las mayores salinidades superficiales (33.8 a 34.2 ‰) se encontraron cerca de la costa y las isohalinas se inclinaron a estratos más profundos hacia mar adentro, confirmando así, la presencia de frentes progradantes de surgencias costeras bien

desarrolladas (Fig. 14 a-e); ya que de acuerdo con Brinton y Wyllie (1976) las elevadas salinidades en junio-julio parecen ser un indicador más confiable de las surgencias, ya que la temperatura esta sujeta a cambios estacionales inducidos por la radiación solar. Los transectos ubicados en el sur (líneas 630-650) se caracterizaron por presentar salinidades elevadas (33.8 a 34.6 ‰) en toda la columna de agua (Fig. 14 f-g).

1.2.2 Salinidad durante Julio de 1987

En este crucero la distribución de la salinidad superficial mostró un gradiente ascendente en sentido norte-sur, las salinidades bajas (< 33.8 ‰) indicaron la persistencia de la Corriente de California al norte de **Bahía San Juanico**. Las menores salinidades (33 a 33.4 ‰) se encontraron cerca de la costa, incrementándose éstas hacia mar adentro. Al sur de Bahía San Juanico la salinidad se incrementó progresivamente hasta 34.6 ‰, siendo poco evidentes los gradientes costa-océano en esta zona; éstas elevadas salinidades encontradas en esta zona, mostraron aparentemente agua de origen tropical (Fig. 13 b).

Los perfiles de salinidad de los transectos perpendiculares a la costa de la parte norte, desde Punta Eugenia hasta Bahía San Juanico, presentaron salinidades bajas (33.2 a 33.6 ‰) con un patrón homogéneo en los primeros 150 m, incrementándose progresivamente con la profundidad y en sentido costa-océano hasta valores comprendidos entre de 33.8 a 34.2 ‰ entre los 100 y 200 m (Fig. 15 a-d). Frente a Bahía Magdalena (líneas 510-630) se registró un patrón de salinidad heterogéneo con salinidades elevadas (35 a 35.2 ‰) a los 75 m en las estaciones cercanas a la costa, indicando así, la posible influencia de aguas tropicales (Fig. 15 e-g).

En relación con el perfil paralelo a la costa (línea **80**), el agua con menor salinidad (33.2 ‰) se presentó en los primeros 75 metros de profundidad, con excepción de las estaciones encontradas frente a Bahía San Juanico (490-510) y las más norteñas frente a Punta Eugenia (**350-390**), donde se observó un ascenso de agua con salinidad de 33.4 ‰ hasta una profundidad de 30 a 35 m de la superficie. Por debajo de estas isohalinas existió un incremento de la salinidad alcanzando valores de 33.6 a 33.8 ‰ a 200 m aproximadamente (Fig. 15 h).

1.2.3 Salinidad durante Julio de 1988

La distribución de la salinidad superficial mostró una amplia zona, desde Punta Baja hasta Bahía Magdalena, influenciada por la Corriente de California evidenciada por su baja salinidad superficial (33 a 33.6 ‰). Las menores salinidades estuvieron cerca de la costa incrementándose hacia las estaciones oceánicas, donde al parecer existió un aporte de aguas del Pacífico Central. Frente a Cabo San Lucas se registró una haloclina

pronunciada (33.8 a 34.4 ‰), en la boca del Golfo de California se caracterizó por presentar salinidades superficiales elevadas (34.4 y 34.8 ‰), lo que posiblemente indicó la presencia de la masa de agua altamente salina formada dentro del golfo (Fig. 13 c).

Los perfiles verticales de los transectos perpendiculares a la costa mostraron que en los primeros 100 m de la región norte (líneas 190-570) se presentaron salinidades bajas (33 a 33.3 ‰), incrementándose éstas con la profundidad (33.8-33.9 ‰) a los 200 m; no existieron gradientes costa-océano con excepción de las estaciones cercanas a la península (Fig. 16 a-d).

Para el transecto ubicado al sur de la península (líneas 730-600G), se observó una haloclina pronunciada (33.8 a 34.2 ‰) entre las estaciones 730.60 y 600G.20 que separó la región de la boca del Golfo de California, caracterizada por salinidades elevadas entre 34.2 y 34.4 ‰ y la región oceánica donde se registraron salinidades inferiores a 34 ‰. Las elevadas salinidades registradas cerca de la superficie en la boca del Golfo posiblemente indicaron la presencia de agua superficial tropical provenientes del sur, con temperaturas mayores a 25°C y salinidades entre 34.2 y 34.6 ‰; mientras que en niveles más profundos localizados entre 100 y 300 metros. Siguiendo los criterios de Baumgartner y Christensen (1985) estas altas salinidades probablemente indicaron agua modificada de la Corriente de California con temperaturas menores a 20°C y salinidades entre 34.2 y 34.6 ‰. En la porción oceánica (estación 730.180-730.60) se registraron salinidades menores a 34 ‰ que según Roden (1971) y Brinton (1981) indican aguas residuales de la Corriente de California en los primeros 200 m (Fig. 16 e).

El perfil oceánico paralelo a la costa (línea 200) que comprendió desde Punta Baja hasta el sur de la península, mostró que en la región norte (estaciones 190-3 10) presentó una celda con baja salinidad superficial (33.4 ‰), presumiblemente de la Corriente de California. Esta isohalina se hundió hasta los 100 m en las estaciones 410-450 localizadas al sur de punta Abreojos, donde predominaron salinidades ligeramente más altas (33.6 ‰) cerca de la superficie; por debajo de los 100 m se presentaron salinidades superiores a 34 ‰ indicando posiblemente la influencia de agua profunda del Pacífico Central (Fig. 16 f).

1.3 Oxígeno disuelto

Con base al análisis con cajas tipo Whisker, se observó que en la primavera de 1986 se presentaron las mayores concentraciones de oxígeno disuelto con una mediana de 5.38 ml/l. En los otros dos cruceros, julio de 1987 y 1988 se observaron concentraciones con valores de la mediana de 3.91 y 4.03 ml/l respectivamente (Fig. 17).

1.3.1 Oxígeno disuelto durante Mayo de 1986

En relación con la distribución superficial y horizontal de la concentración de oxígeno, se observó un patrón complejo presentando concentraciones elevadas (4 a 6 O₂ ml/l y 73 al 100% de saturación) a todo lo largo de la península. Esta **característica**, junto con la baja temperatura y salinidad, confirmaron la presencia de la Corriente de California. Las mayores concentraciones de oxígeno se ubicaron cerca de la costa, especialmente frente a Punta **Abreojos** y Bahía San **Juanico** (Fig. 18 a).

De manera general, las oxiclina de todos los transectos perpendiculares a la costa tendieron a estar en estratos más profundos en estaciones oceánicas, inclinándose hacia la superficie conforme se acercaron a la costa donde se registraron menores concentraciones apoyando la ocurrencia de surgencias en estas latitudes; la excepción a esto fueron los transectos localizados frente a Punta Márquez (**líneas 630-650**), donde las oxíclinas se encontraron a la misma profundidad en ambas zonas, corroborando la estratificación de la columna de agua observada con los perfiles de la temperatura (Fig. 19 a-g).

Con base a los perfiles verticales se determinó la capa de mínima concentración de oxígeno (< 1 O₂ ml/l y < 20% de saturación). En la primavera de 1986 los perfiles perpendiculares muestran que en los transectos norteños, la capa deficiente de oxígeno se encontró en estratos profundos (250 a 150 m) de la parte oceánica y mientras que cerca de la costa ésta estuvo entre 25 a 150 m aproximadamente, en los transectos sureños esta capa estuvo entre los 100 y 75 m tanto en la parte oceánica como cerca de la costa.

El perfil paralelo a la costa (línea 60) mostró que esta capa se encontró entre 75 y 100 m en la parte norte y a más de 150 m en el sur (Fig. 19 h), teniendo la misma tendencia que la temperatura.

1.3.2 Oxígeno disuelto durante Julio de 1987

La distribución horizontal mostró que, de manera general, las mayores concentraciones de oxígeno se presentaron cerca de la costa (4 a 5 ml/l y del 71 al 99 % de saturación), disminuyendo esta hacia las estaciones oceánicas (3.6 ml/l y del 66 al 78 % de saturación) y no se detectó un gradiente latitudinal evidente (Fig. 18 b).

Con relación a los perfiles de los transectos perpendiculares a la costa, en la parte norte (líneas 350-490) las isóclinas con baja concentración de oxígeno (< 3.5 ml/l y < 60% de saturación) se encontraron cerca de la superficie en **las** estaciones costeras, éstas probablemente hayan sido ocasionadas por eventos de surgencias (Fig. 20 a-d). Por el contrario, en los transectos del sur (líneas 590-630) se presentaron concentraciones

elevadas de oxígeno cerca de la superficie en ambas zonas (costa y océano), indicando una estratificación superficial. La capa de mínima concentración de oxígeno estuvo en estratos menos profundos que en mayo de 1986; en los transectos norteños (líneas 350-490) ésta estuvo entre los 25 y 90 m mientras que en los transectos sureños (líneas 590-630) entre los 100 y 50 m (Fig. 20 e-g).

El perfil del transecto paralelo a la costa (línea 80), mostró que la capa con mínima concentración de oxígeno ($< 1 \text{ ml/l}$ y $< 20\%$ de saturación) se encontró a los 75 m en la parte norte y a profundidades mayores (100 a 200 m) en los transectos del sur (Fig. 20 h).

1.3.3. Oxígeno disuelto durante Julio de 1988

La porción norteña presentó concentraciones de oxígeno disuelto elevadas (4.2 a 4.8 ml/l y del 80 a 91% de saturación) evidenciando, junto con las bajas temperaturas y bajas salinidades, la presencia de la Corriente de California, estos valores decrecieron hacia el sur de la península y la boca del Golfo de California, donde se presentaron concentraciones de 3.6 a 3.8 ml/l y porcentajes de saturación de 77 al 83 % (Fig. 18 c).

En los perfiles verticales de los transectos perpendiculares a la costa, se observó que la región norte (líneas 190-390) se caracterizó por presentar concentraciones de oxígeno relativamente altas (4 ml/l y $> 75\%$ de saturación) en los primeros 50 m; en los transectos ubicados al sur de Bahía San Juanico (líneas 570-730-600G) las capas superficiales presentaron concentraciones menores (2.8 a 3.4 ml/l y). La capa con mínima concentración de oxígeno ($< 1 \text{ ml/l}$ y $< 20\%$ de saturación) se presentó entre los 100 y 250 m de profundidad en todas las latitudes (Fig. 21 a-d).

En el transecto 730-600G se presentaron dos celdas con alta concentración de oxígeno en los primeros 50 m, una en la boca del Golfo de California (4.4 a 4.8 ml/l y del 86 al 93 % de saturación) y otra en la costa occidental de Baja California (4.0 ml/l y del 82 al 99% de saturación); la oxíclina (2.6 a 1 ml/l) tuvo una distribución inversa a la termoclina, siendo más profunda en la costa occidental de Baja California (120-170 m) que en la boca del Golfo (50-75 m). La capa de mínima concentración de oxígeno ($< 1 \text{ ml/l}$ y $< 20\%$ de saturación), se presentó por debajo de la oxíclina estando menos profunda en la boca del Golfo (Fig. 21 e).

El perfil oceánico paralelo a la costa (línea 200) mostró que la capa de mínimo oxígeno se presentó por debajo de los 200 m en los transectos del norte, encontrándose entre 100 y 200 m en los del sur de la península (Fig. 21 f).

1.4 Variación de la temperatura superficial (°C) y sus anomalías térmicas filtradas durante (1980-1988).

En las series de tiempo para las tres zonas reportadas por Cole y McLain (1989), se observó que la zona 10 tuvo temperaturas comprendidas entre 15.5 a 22.5°C, para la zona 9 entre 16.5 a 27°C y en la zona 8 entre 20 a 29°C. Las anomalías térmicas fueron positivas durante el período de 1982-1983 y principios de 1984, particularmente en las regiones 8 y 9 donde se registraron anomalías de hasta 2.5°C. A partir de 1985 las anomalías térmicas negativas fueron más persistentes en las tres zonas, sin embargo, en octubre de 1987 y julio de 1988 tuvieron valores positivos un poco mayores a 1°C en las zonas 9 y 10. Los meses analizados, mayo de 1986 y julio de 1987 tuvieron anomalías negativas con valores cercanos a -0.5°C, siendo éstas más evidentes en las zonas 8 y 9 (Fig. 22).

Revisando los promedios mensuales del período 1980-1988, sobresale la eminente tendencia de disminución de las temperaturas desde la zona 8 (Sureña) hasta la zona 10 (Norteña); el periodo frío para todos éstos años comprende aproximadamente de febrero a mayo y el cálido de julio a noviembre en las tres zonas (tabla I).

1.5 Biomasa zooplanctónica

1.5.1 Biomasa zooplanctónica durante Mayo de 1986

Durante mayo de 1986 se presentaron los mayores volúmenes de biomasa zooplanctónica registrados para el período de estudio, se observaron cuatro núcleos cercanos a la costa con concentraciones superiores a 1000 ml/1000 m³, al norte de Punta Eugenia, Bahía Asunción, Bahía San Ignacio y la Boca de la Soledad. Es importante señalar que en estas localidades se presentaron condiciones ambientales típicas de surgencias costeras. La biomasa fue decreciendo progresivamente hacia las estaciones alejadas de la costa influenciadas también por aguas de la Corriente de California (Fig. 23 a).

1.5.2 Biomasa zooplanctónica durante Julio de 1987

En julio de 1987 se observaron dos núcleos con alta concentración, uno frente a Punta Asunción (> 1000 ml/1000 m³) y el otro al norte de Bahía Magdalena (500 a 1000 ml/1000 m³). En el resto del área no existieron diferencias latitudinales, a pesar de los parámetros físico-químicos indicaron la influencia de la Corriente de California en el norte y de aguas con características tropicales en el sur (Fig. 23 b).

1.5.3 Biomasa zooplanctónica durante Julio de 1988

Durante julio de 1988, se observó solamente un núcleo con alta concentración ($> 1000 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$) frente a Punta Abrejos, la zona costera desde Punta Baja hasta Bahía Magdalena presentó concentraciones entre 100 a $500 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$. En el resto de las estaciones se registraron biomásas bajas (50 a $100 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$), siendo particularmente pobres en la parte sur de la península ($< 50 \text{ ml}/1000 \text{ m}^3$), al parecer, en estas zonas dominaron aguas del Pacífico Central en el Oeste y agua con características tropicales cerca de Cabo San Lucas y la boca del Golfo de California (Fig. 23 c).

1.6 Abundancia fitoplanctónica (Julio de 1987 y 1988)

En relación con la abundancia fitoplanctónica (cél/l), únicamente se cuenta con datos para los cruceros de julio de 1987 y 1988. En ambos veranos la fracción **nano** fue más abundante que la micro, teniendo ambas sus mayores densidades cerca de la costa.

Durante julio de 1987 las mayores concentraciones de **nano** ($> 10,000 \text{ células/l}$) y microfitoplancton ($> 1000 \text{ células/l}$) fueron ubicadas en aguas de la Corriente de California localizadas al norte de Bahía San Juanico, éstas tuvieron las mayores concentraciones frente a Bahía Asunción. En latitudes menores a Bahía San Juanico, donde se presentaron características tropicales, prevalecieron concentraciones bajas de **nano** ($< 10,000 \text{ células/l}$) y microfitoplancton ($< 1,000 \text{ células/l}$), con excepción de un núcleo con mayor concentración de microfitoplancton frente a Bahía Magdalena y a otro de **nano** frente a Punta Márquez (Fig. 24 a-b).

En julio de 1988, ambas fracciones tuvieron patrones de distribución distintos, por un lado, la fracción nanofitoplancton presentó concentraciones superiores a $10,000 \text{ células/l}$ desde Bahía Magdalena hasta Punta Baja, con sus mayores concentraciones ($> 50,000 \text{ células/l}$) en Bahía Sebastián Vizcaíno, Punta Abrejos y la estación 450.140 frente a la misma bahía. En la parte oceánica desde Bahía San Juanico hacia el sur se observaron concentraciones menores a $10,000 \text{ células/l}$; a excepción de la estación frente a Cabo San Lucas donde la concentración fue mayor a $10,000 \text{ células/l}$ (Fig. 24 c).

Por otra parte, la fracción microfitoplanctónica presentó valores menores a 1000 células/l en la mayor parte del área. En las estaciones cercanas a la costa se presentaron cuatro zonas con alta concentración frente a Punta Baja, Bahía Sebastián Vizcaíno ($> 5,000 \text{ células/l}$), Punta Abrejos ($> 10,000 \text{ células/l}$), Bahía Magdalena ($> 100,000 \text{ células/l}$) y frente a la Península Quevedo ($> 10,000 \text{ células/l}$) (Fig. 24 d).

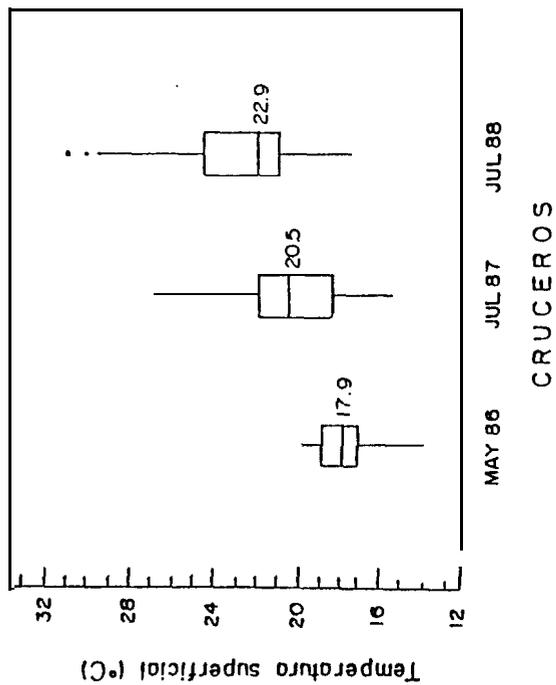


Fig. 7 Temperatura mensual de mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 con cajas Whisker.

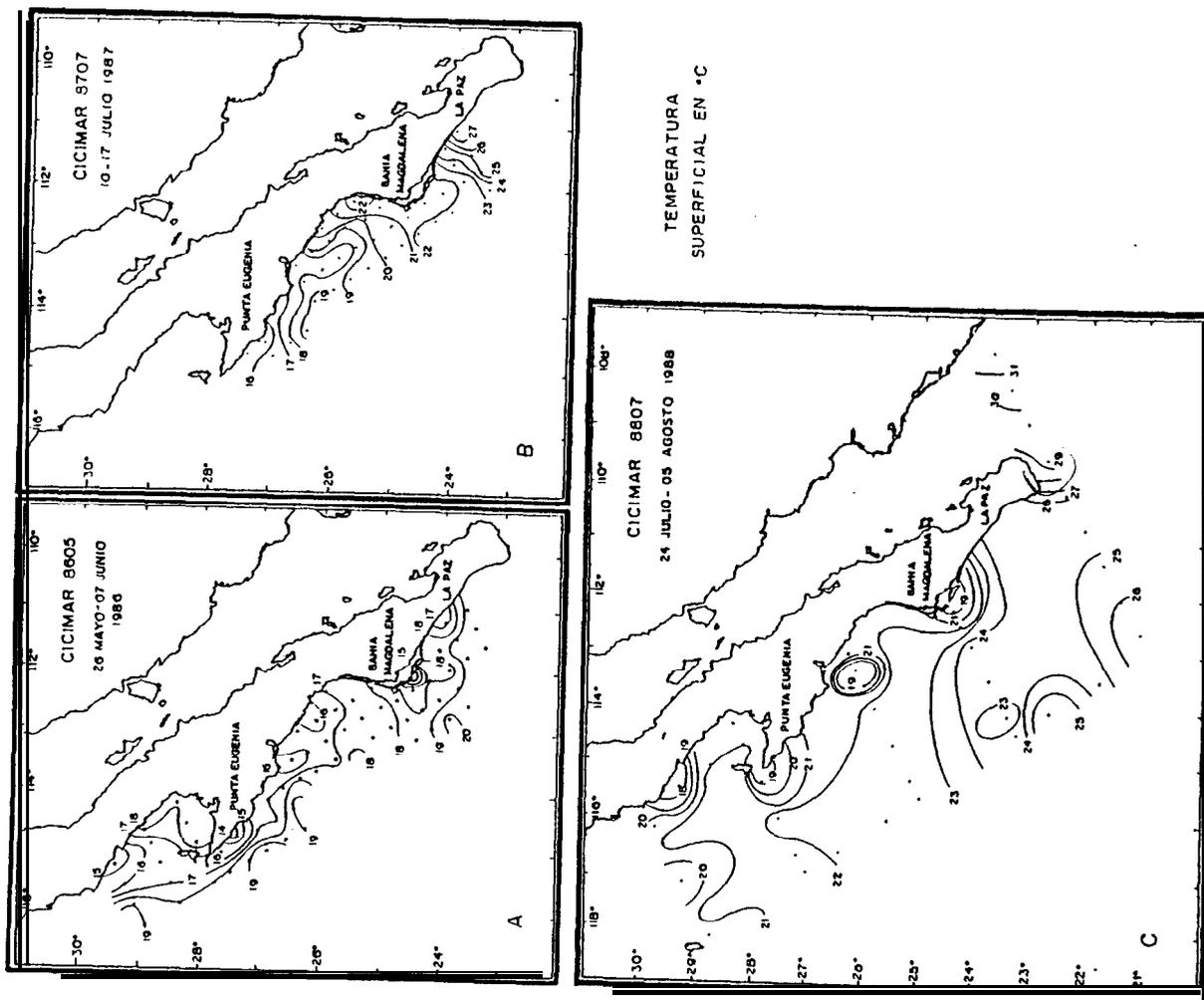


Fig. 8 Temperatura superficial (°C) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

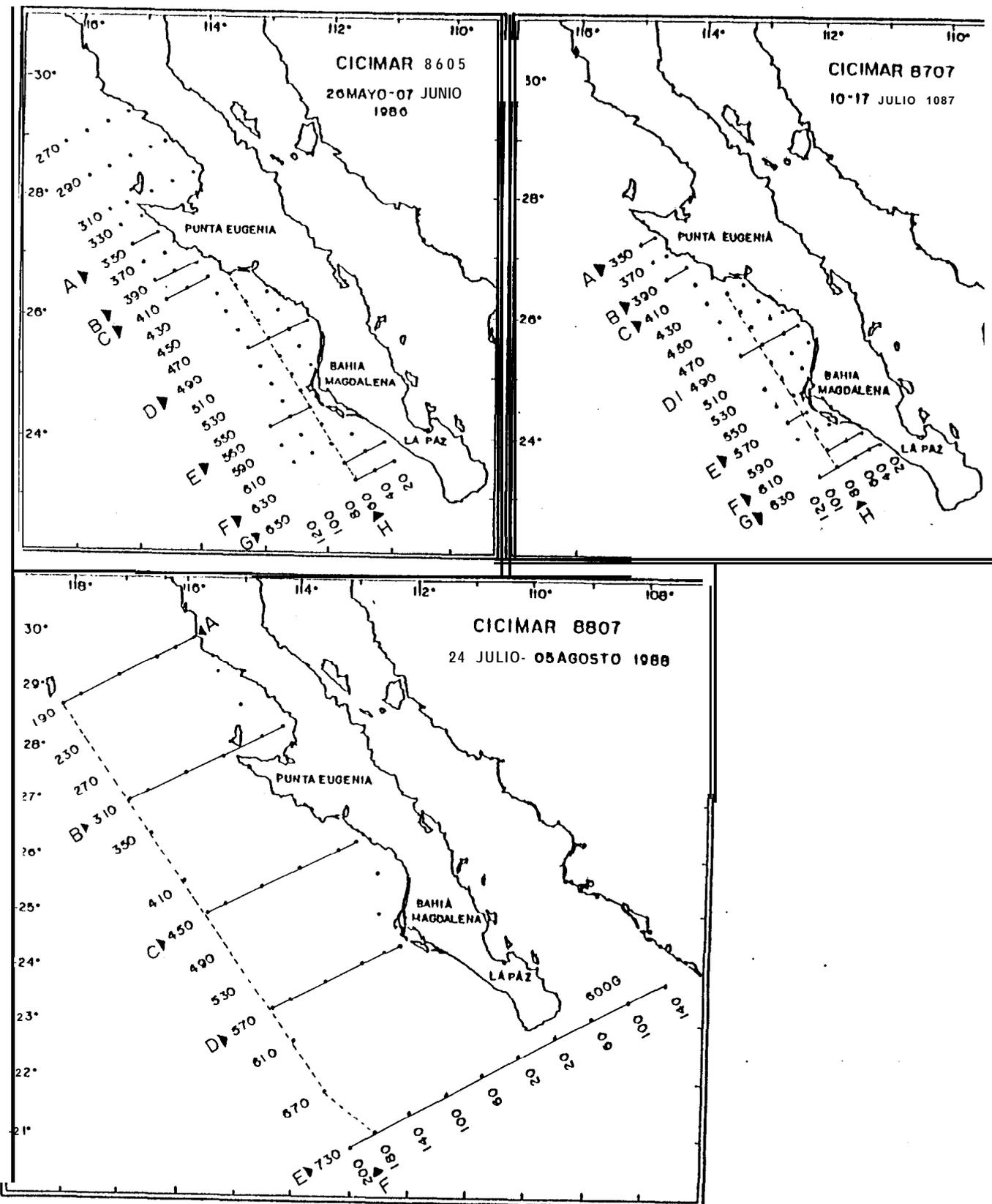


Fig. 9 Localización de los transectos analizados para los perfiles verticales.

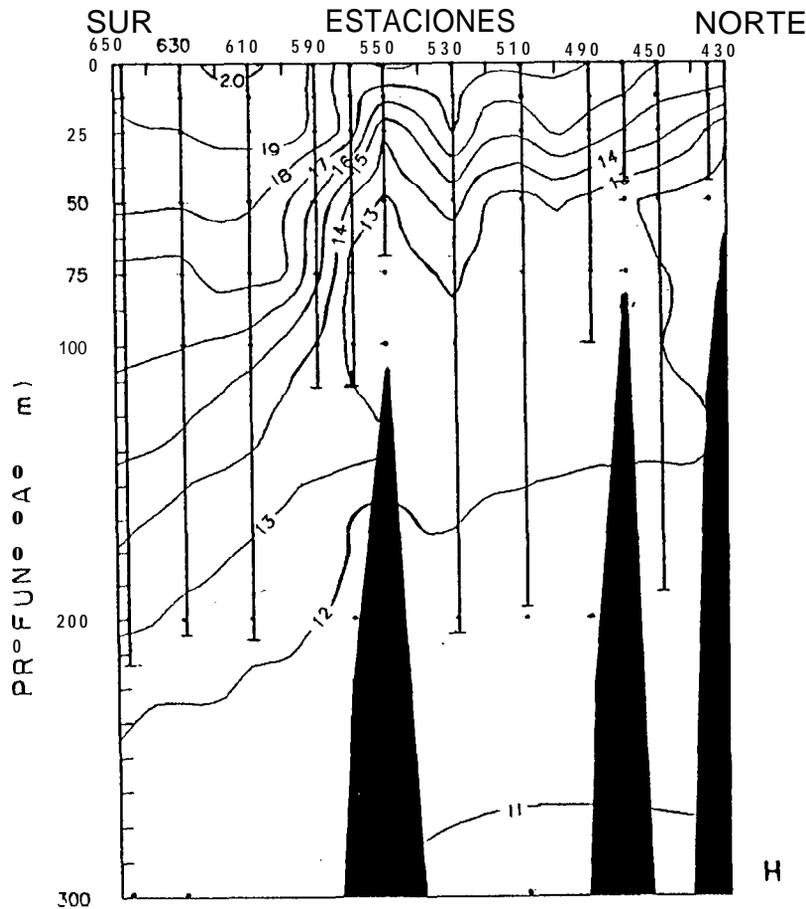
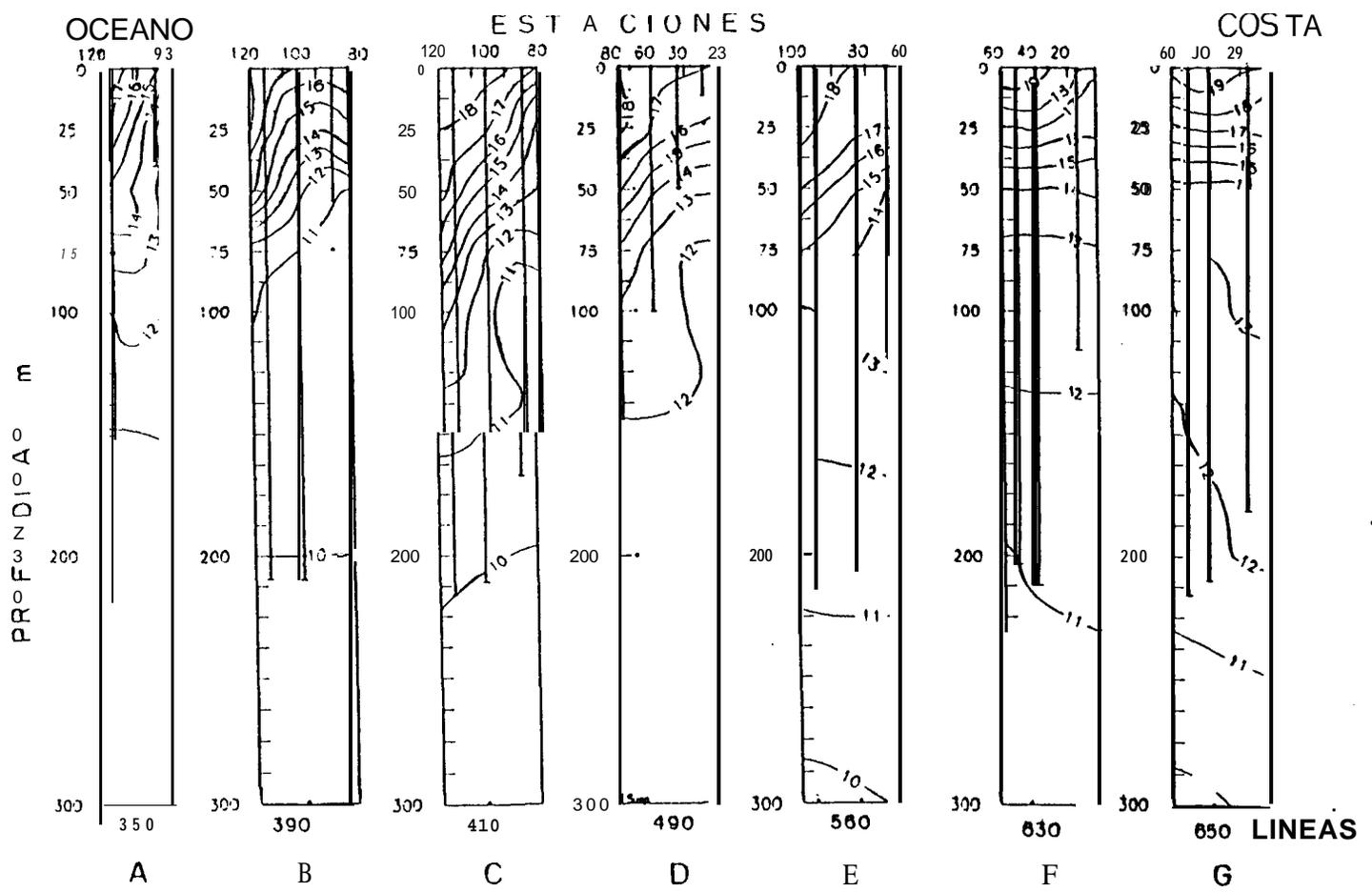


Fig. 10 Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación

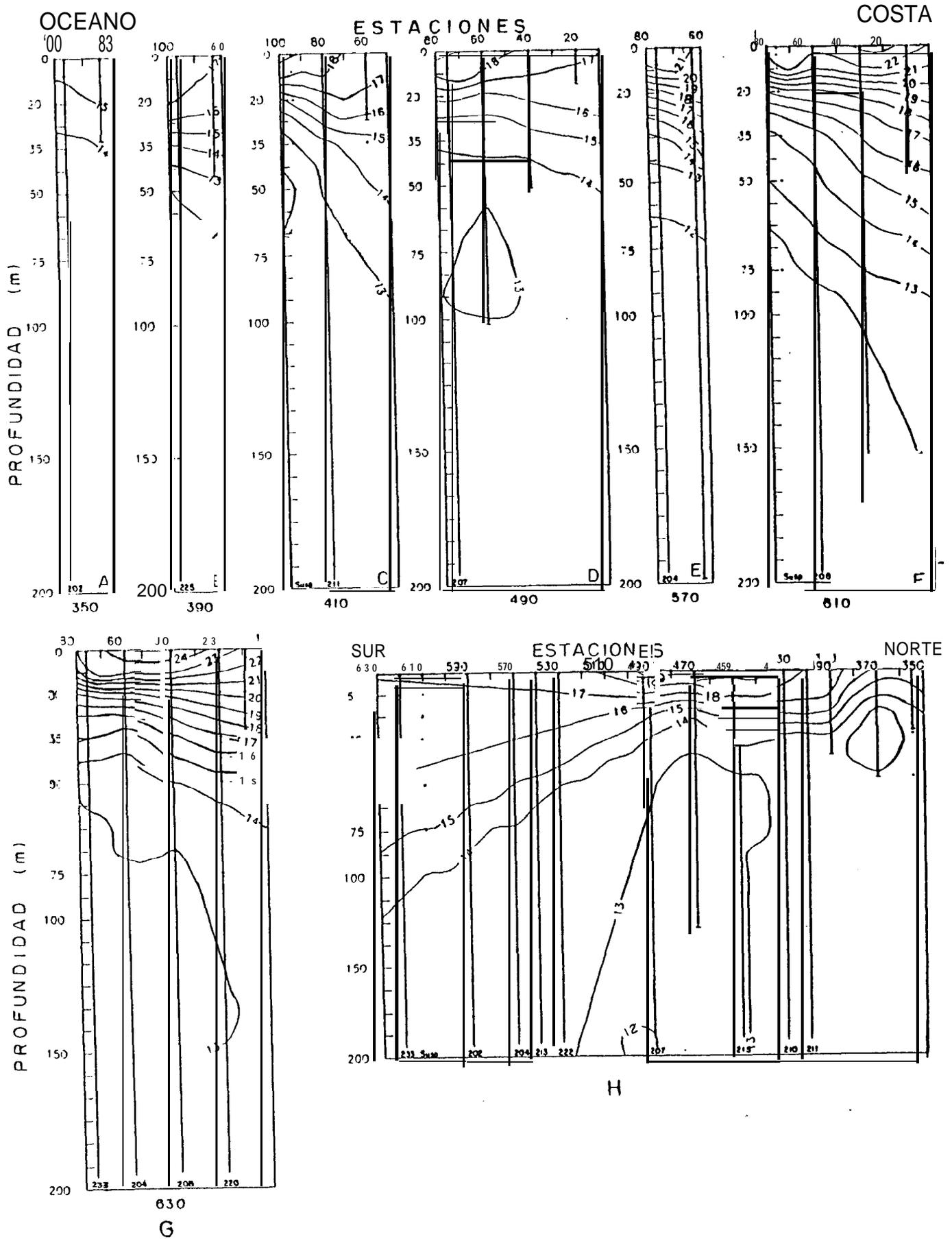


Fig. 11 Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación.

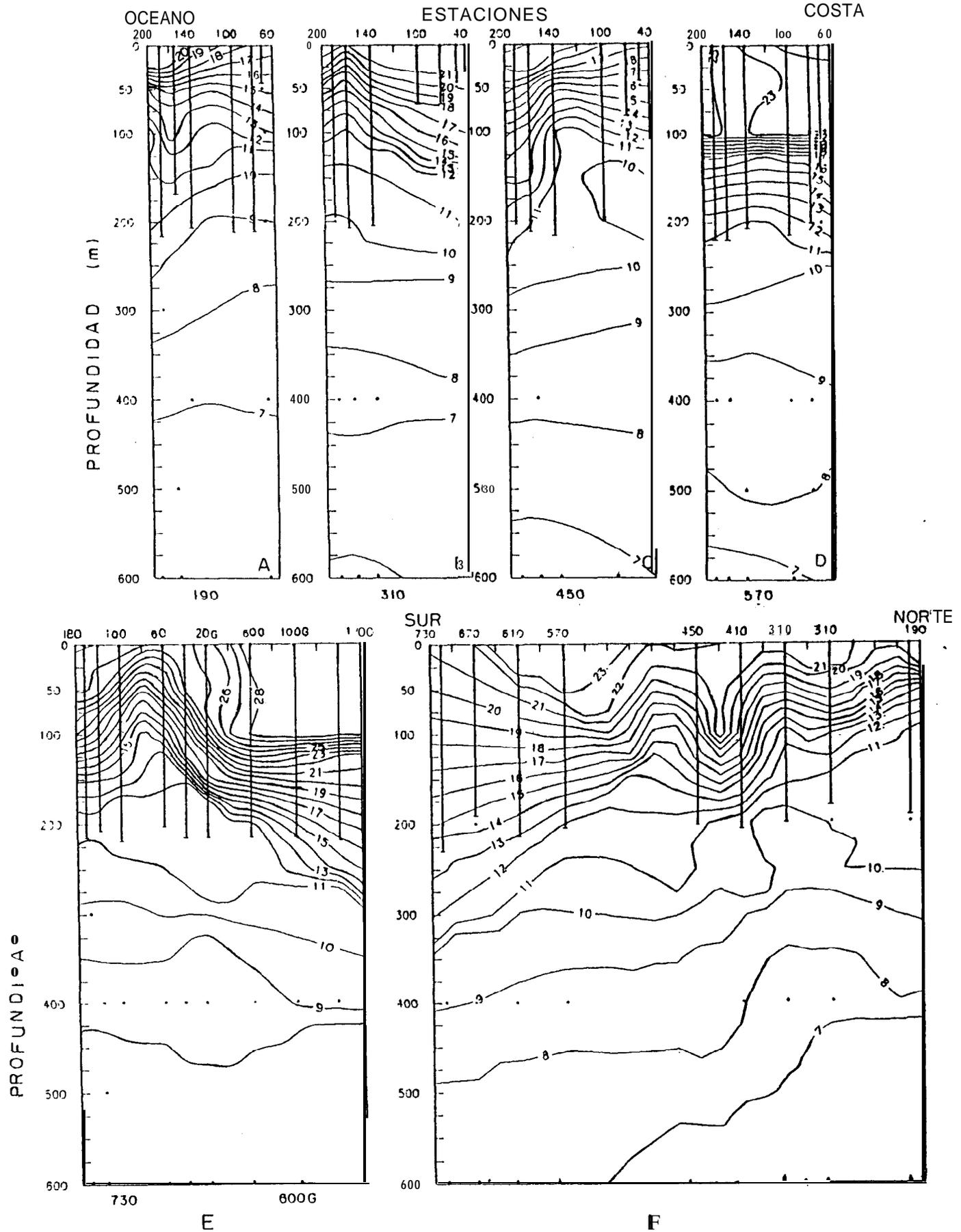


Fig. 12 Perfiles de temperatura (°C) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación.

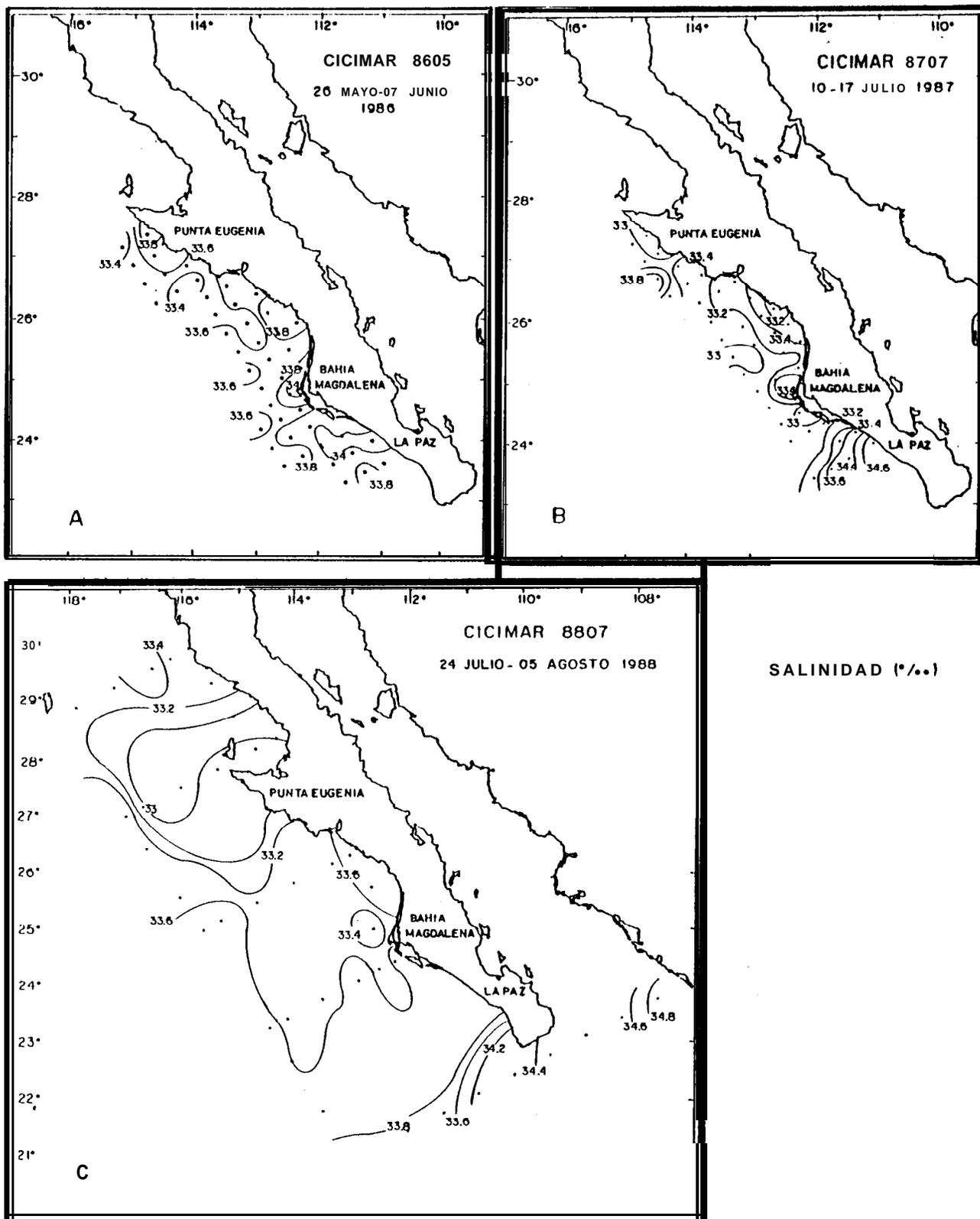


Fig. 13 Salinidad superficial (‰) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

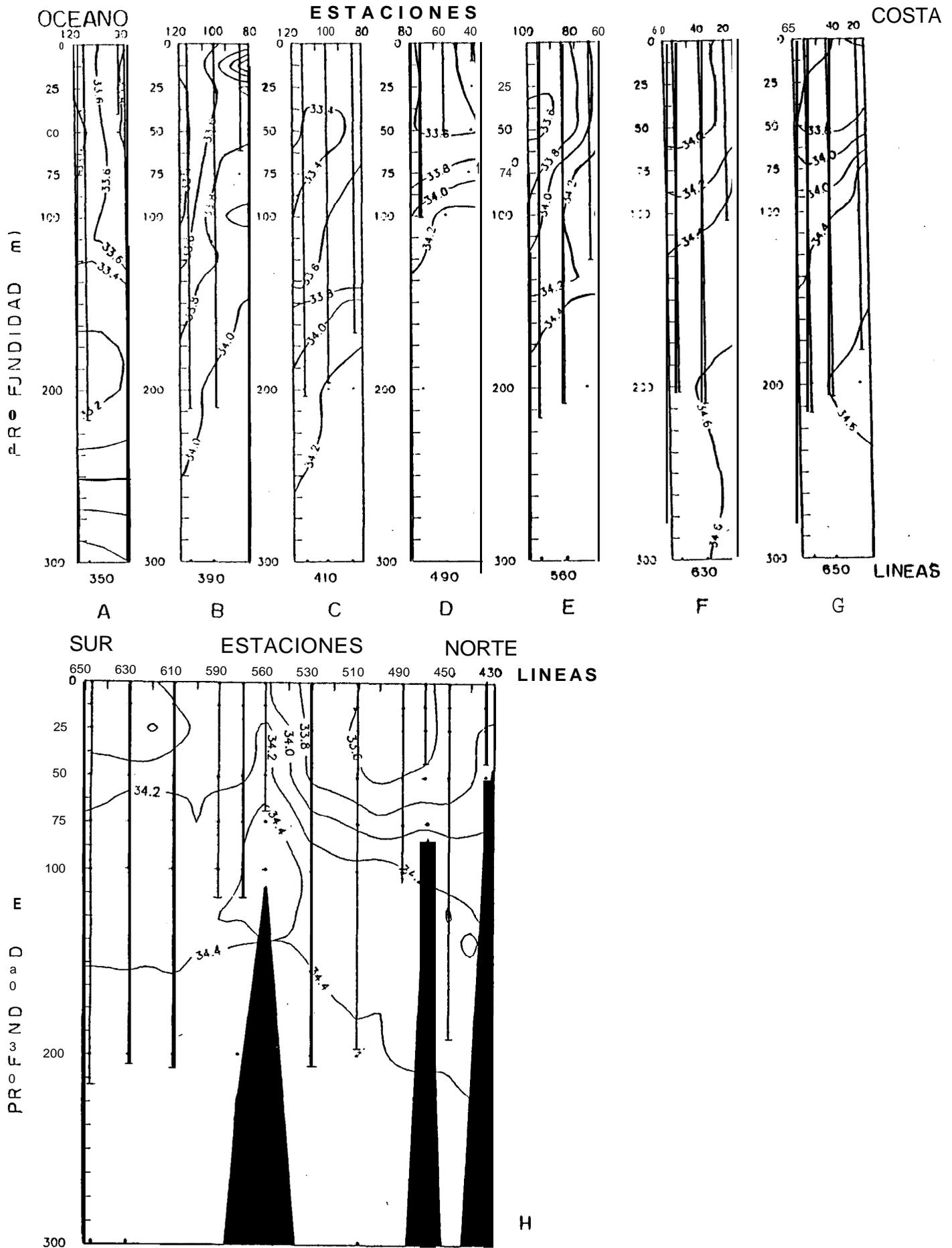


Fig.14 Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares a la costa (a-g) para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación.

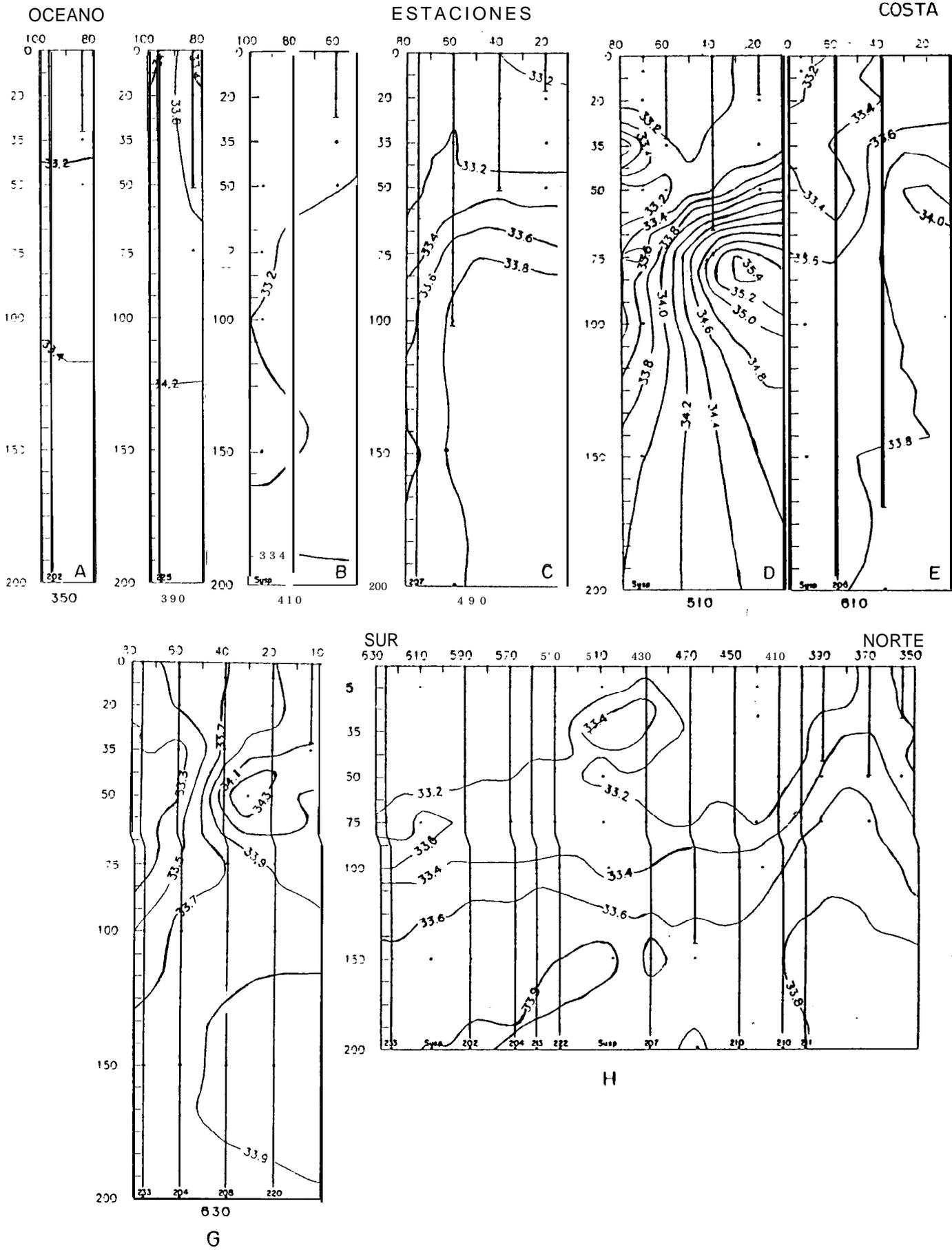


Fig. 15 Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares a la costa (a-g) para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación.

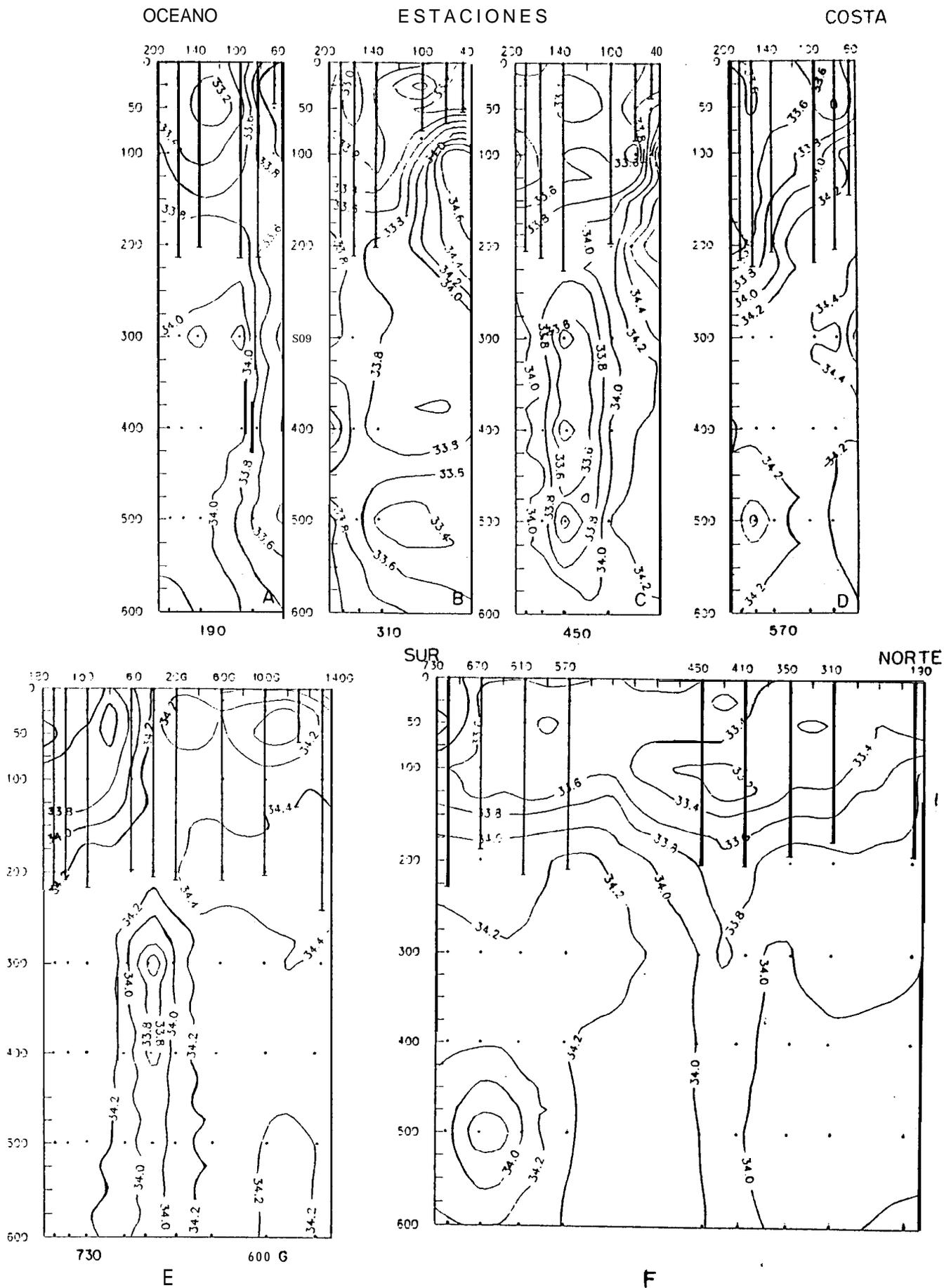


Fig. 16 Perfiles de salinidad (‰) de los transectos perpendiculares a la costa (a-g) para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación.

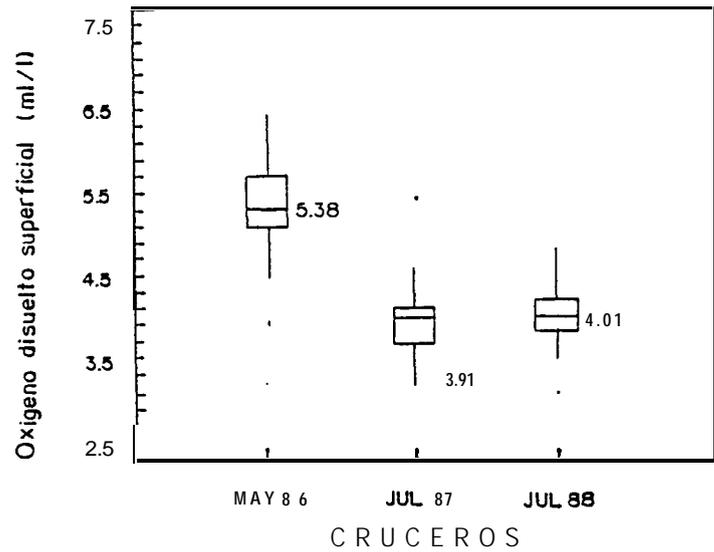


Fig. 17 Oxígeno disuelto superficial (ml/l) mensual durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988 con cajas Whisker.

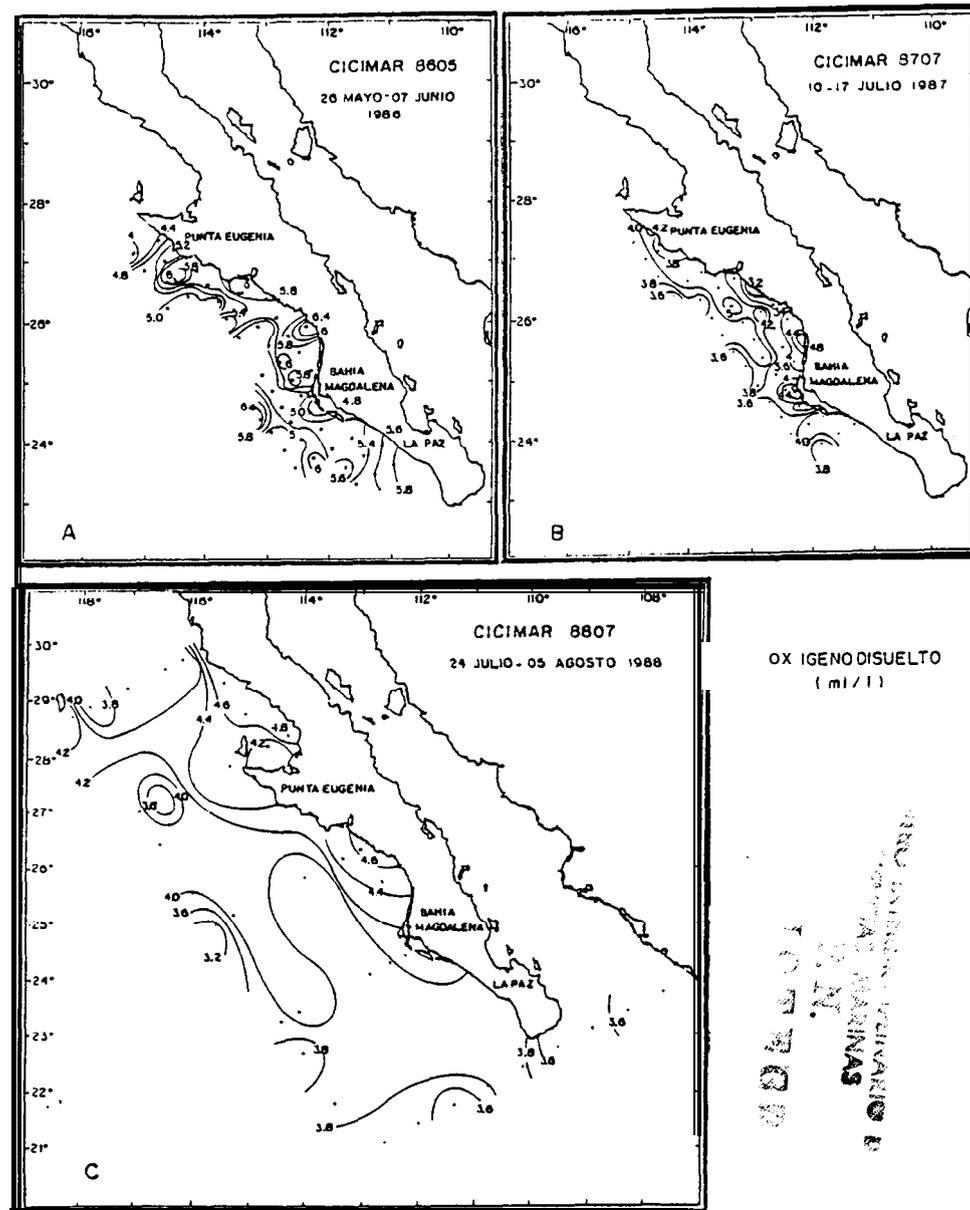


Fig. 18 Oxígeno disuelto superficial (ml/l) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

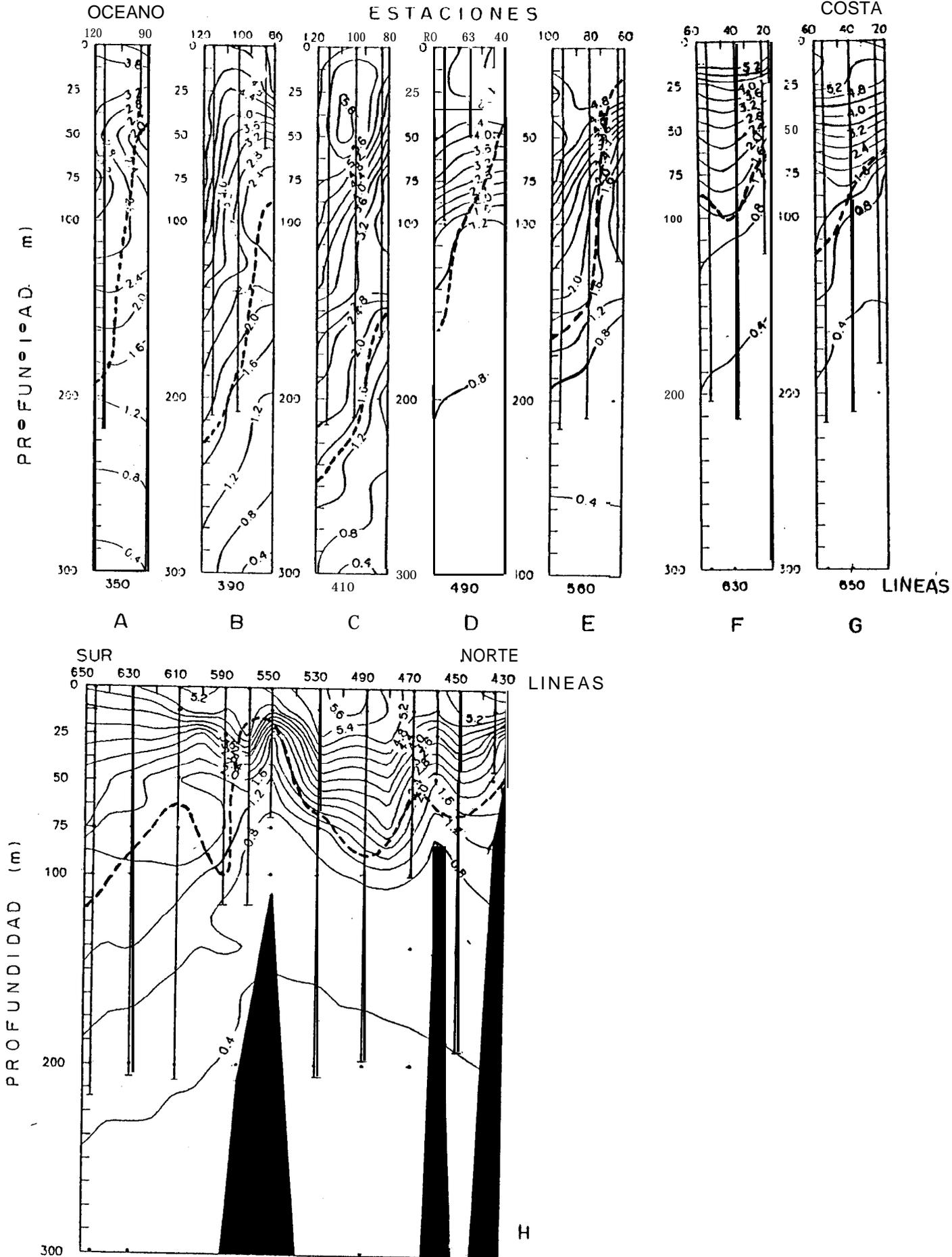


Fig. 19 Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la-costa para el mes de mayo de 1986, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isolínea de 20% de saturación de oxígeno disuelto.

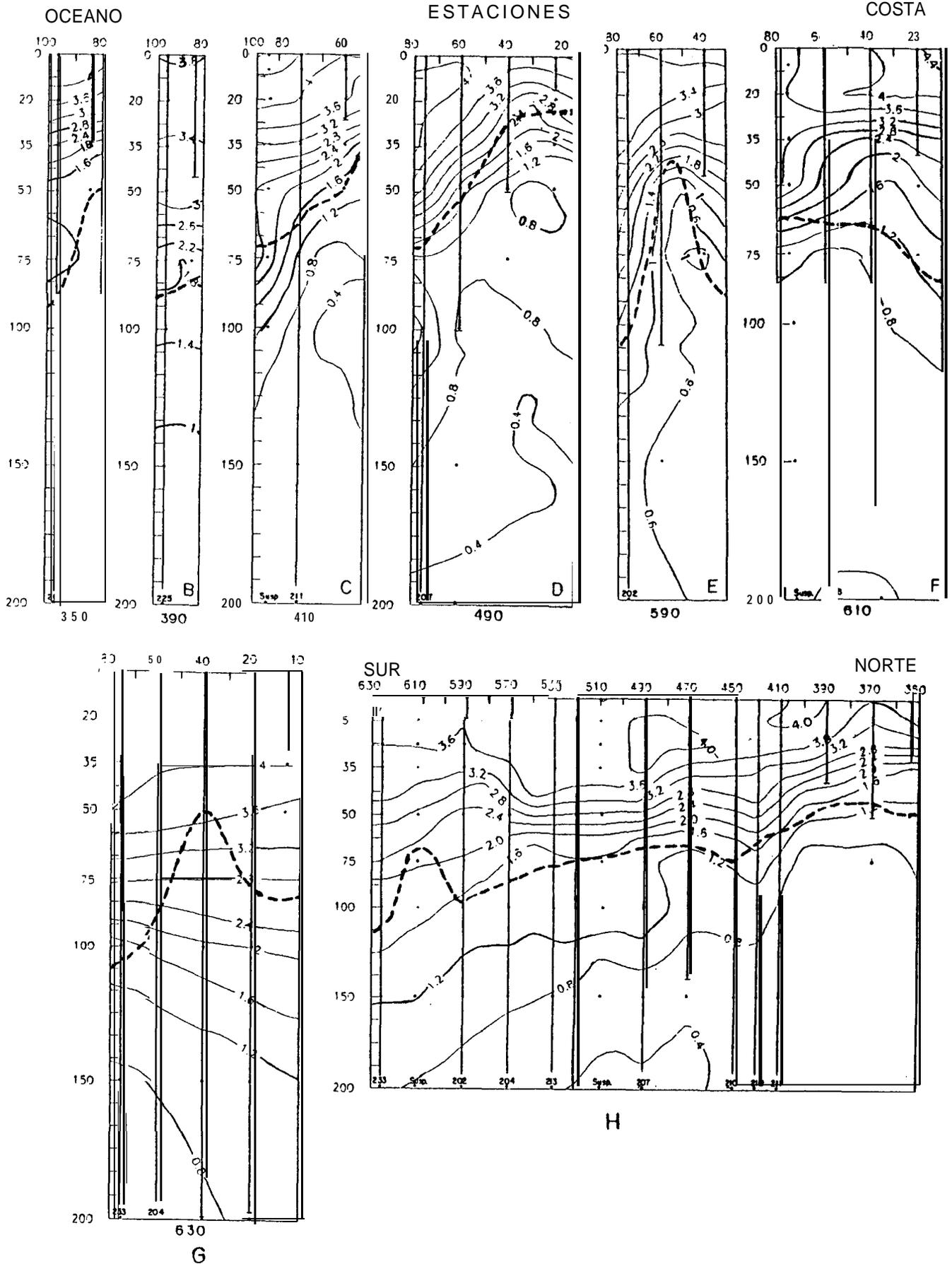


Fig. 20 Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-g) y paralelo (h) a la costa para el mes de julio de 1987, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isofnea de 20% de saturación de oxígeno disuelto.

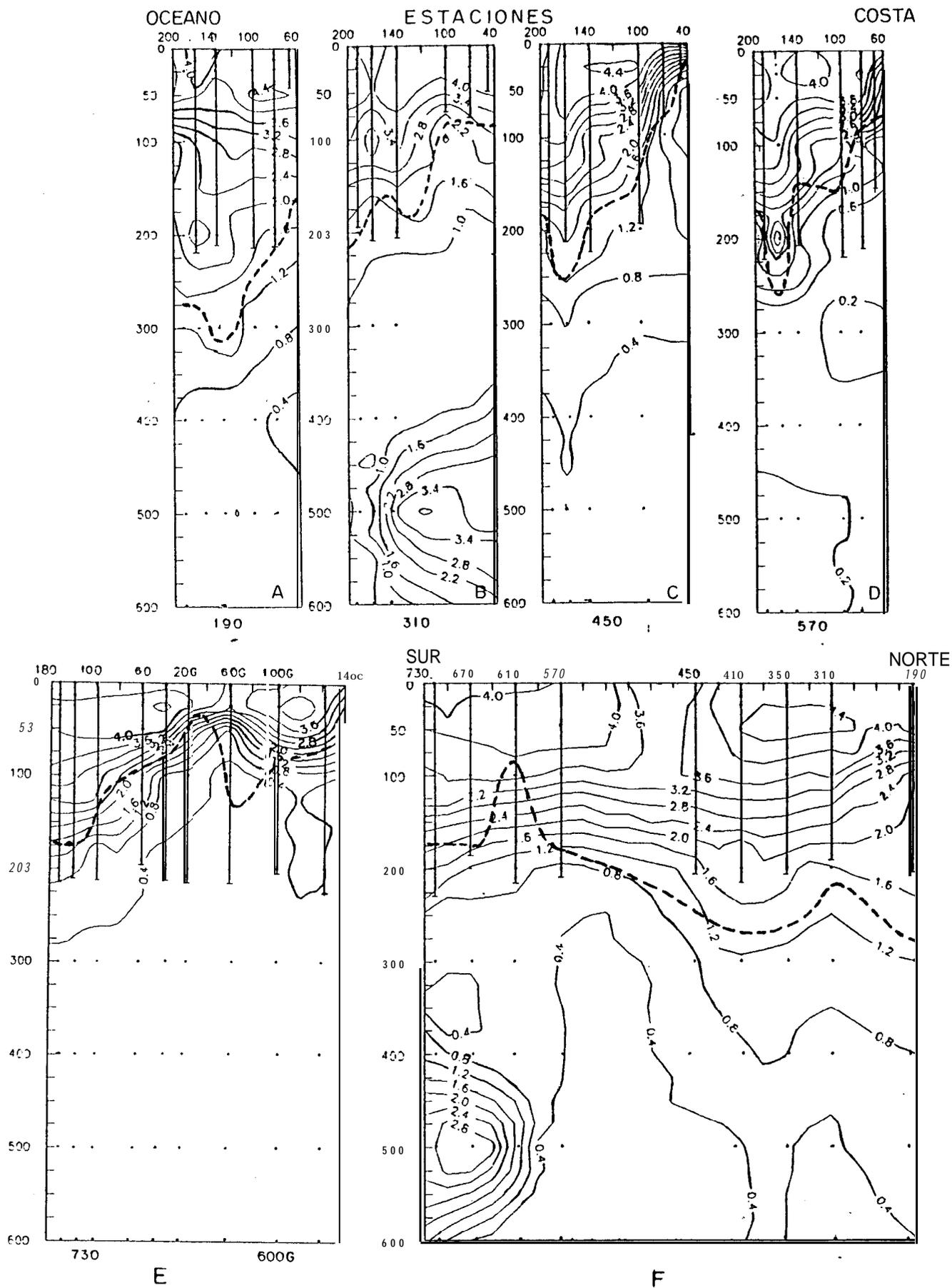


Fig. 21 Perfiles de oxígeno disuelto (ml/l) de los transectos perpendiculares (a-e) y paralelo (f) a la costa para el mes de julio de 1988, las líneas verticales indican la profundidad real de arrastre en la estación y la línea punteada es la isólfnea de 20% de saturación de oxígeno disuelto.

Tabla I

Temperatura promedio para cada uno de los meses utilizados para calcular las anomalías térmicas del periodo 1980-1988.

MESES	ZONA 8	ZONA 9	ZONA 10
ENE	22.56	19.78	16.92
FEB	21.95	19.23	16.61
MAR	21.38	18.52	16.46
ABR	21.20	18.20	16.55
MAY	21.47	17.99	16.85
JUN	22.60	18.73	17.42
JUL	25.52	21.93	19.34
AGO	27.78	24.31	20.61
SEP	28.22	24.75	21.43
OCT	27.21	24.37	20.96
NOV	26.12	22.89	19.74
DIC	24.19	20.77	18.33
PROM.	24.18	20.96	18.43

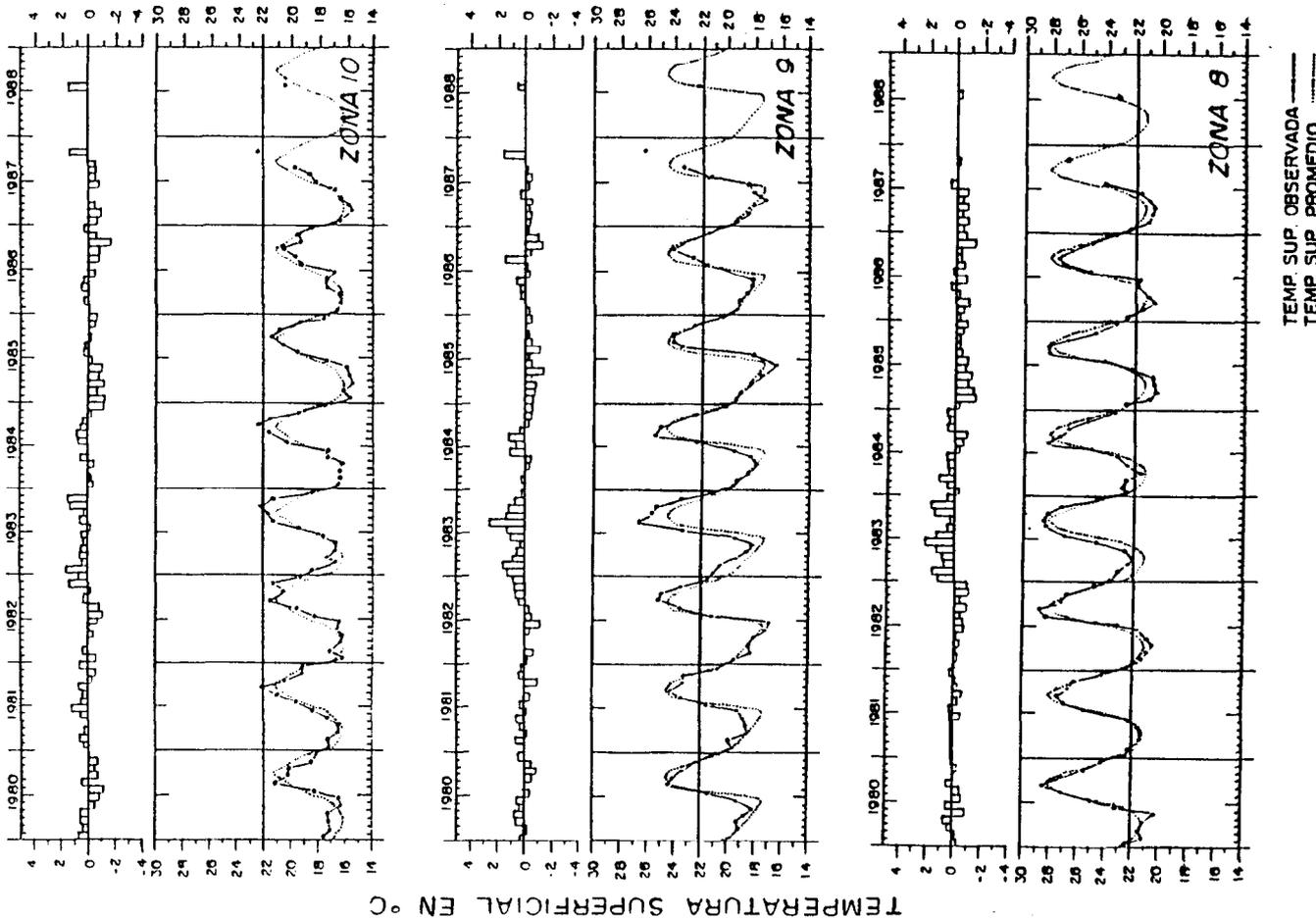
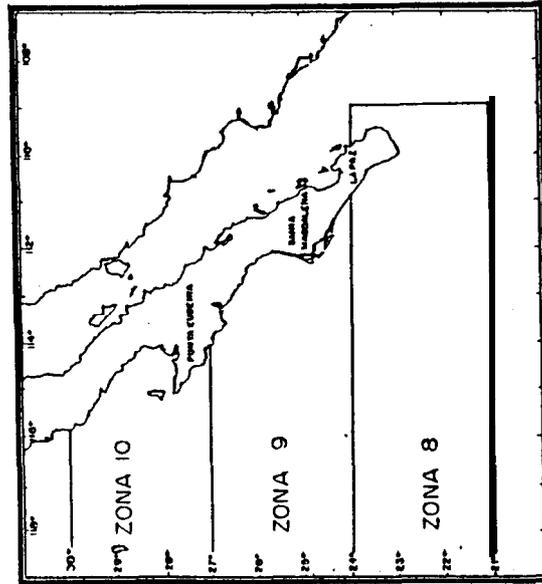


Fig. 22 Promedios mensuales de las anomalías térmicas durante el periodo de 1980-1988 con los datos de temperatura de las zonas costeras 8 (21-24° N), 9 (24-27° N) y 10 (27-30° N) publicados por Cole y McLain (1989).

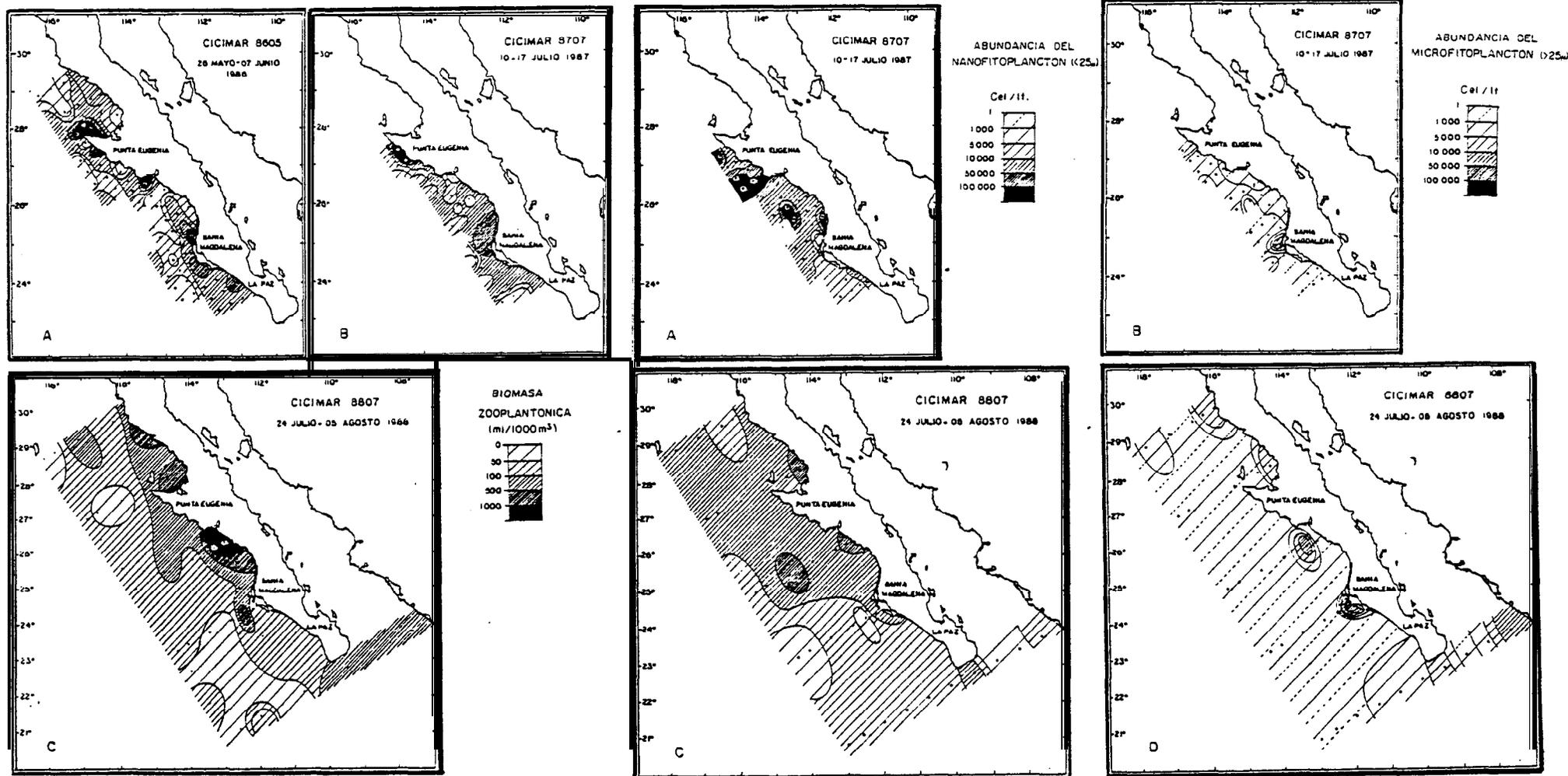


Fig. 23 Distribución de la biomasa zooplantónica (mg/1000 m³) en la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (h) y julio de 1988 (c).

Fig. 24 Distribución de la abundancia fitoplanctónica (cél/l) de la fracción nano (< 25 μ) y micro (> 25 μ) en la costa occidental de Baja California durante julio de 1987 (a-h) y julio de 1988 (c-d).

II DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LOS EUFAUSIDOS

2.1 Abundancia de los eufáusidos

En el presente estudio se identificaron 22 especies pertenecientes a siete géneros. La abundancia relativa (%) y promedio ($\text{org}/1000 \text{ m}^3$) de las larvas (caliopsis-furcilia) y de los estadios postlarvales (juveniles y adultos) son presentados en las tablas II y III respectivamente.

La especie más abundante durante los tres cruceros fue *Nyctiphanes simplex* representando del 88.5 al 97.2% del total de larvas y del 64.6 al 94.5% de los juveniles y adultos colectados en cada crucero. La segunda especie, en términos de abundancia, fue *Euphausia eximia* que constituyó del 1.3 al 11.2% de las larvas y del 2.3 al 9.7% del total de los juveniles y adultos. Ambas fueron consideradas como las especies dominantes que constituyeron la mayor parte la biomasa producida por los eufáusidos. En general el resto de las especies presentaron porcentajes inferiores a 0.8 % en el caso de las larvas y 1% en los juveniles y adultos, con excepciones para algunos meses en los cuales los juveniles y adultos tuvieron porcentajes superiores, como *Nematoscelis difficilis* 3.3 y 21.6% , *Nematobranchion flexipes* 1.1 y 3.3% , *Stylocheiron affine* 2.4% a 3 % y *E. distinguenda* 1.9 % .

2.2 Afinidad biogeográfica de los eufáusidos.

De acuerdo con los criterios propuestos por Brinton (1960, 1962 y 1975), en el área de estudio se presentaron una especie con afinidad Subártica, otra Cosmopolita, tres especies del Pacífico Central, cinco Transicionales, seis especies con distribución Ecuatorial y seis especies con patrón Central-Ecuatorial (tabla IV). Comparando esto con la abundancia relativa y promedio de las tablas II y III, sobresalió que tres especies de afinidad biogeográfica transicional (*N. simplex*, *N. difficilis* y *S. affine*), dos ecuatoriales (*E. eximia* y *E. distinguenda*) y una Central-ecuatorial (*N. flexipes*) fueron las especies más abundantes; todas ellas con patrón de distribución vertical epipelágico.

Para el resto de las especies que presentaron baja abundancia, once son epipelágicas y de diferentes afinidades biogeográficas, las otras cinco especies son mesopelágicas; cuatro de distribución Central-Ecuatorial y una Cosmopolita. Analizando los porcentajes del número de especies que aportaron cada uno de los grupos antes mencionados, los eufáusidos de afinidad Transicional con 22.7 %, Ecuatorial con 27.3 % y Central-ecuatorial con 27.3 %, fueron las que presentaron mayor dominancia en el área de estudio (Fig. 25a). El 77.3 % de los eufáusidos fueron especies epipelágicas (Fig. 25b).

De manera general, estos patrones de distribución permitieron agrupar a las especies que tuvieron respuestas semejantes a los cambios ambientales. A continuación se presenta la distribución y abundancia de los eufáusidos para cada uno de los patrones de distribución antes mencionados.

2.3 Distribución y abundancia de los eufáusidos

ESPECIES DE AFINIDAD SUBARTICA

De las especies colectadas en este estudio, la única reportada con afinidad biogeográfica subártica es *Euphausia pacifica*. Esta fue encontrada únicamente en dos estaciones durante mayo de 1986. En la estación 290.60 se encontraron **especímenes** de aproximadamente 10 mm correspondientes a hembras inmaduras con baja abundancia (10.42 org/1000 m³) y en la estación 310.120 tuvo algunas furcilia F(1') en baja abundancia (10.25 org/1000 m³). Según Johnson y Brinton (1963) esta especie es considerada dentro del grupo subártico por que sus centros de distribución están en aguas subárticas cerca del límite norte de la deriva del Pacífico Central y en la zona de surgencias del área de influencia de la Corriente de California en donde se reproduce activamente.

ESPECIES DE AFINIDAD TRANSICIONAL

Las especies de este grupo presentaron, de manera general, una distribución amplia en toda el área de estudio y las larvas fueron considerablemente más abundantes en comparación con los estadios postlarvales. Debido a la dominancia en abundancia de estas especies, se describió el patrón de distribución para cada una de ellas.

Las larvas de *Nicityphanes simplex* fueron muy abundantes durante los tres cruceros, presentando concentraciones de hasta 10000 org/1000 m³ en estaciones cercanas a la costa, decreciendo su abundancia hacia mar adentro. De manera particular, en julio de 1988 las larvas estuvieron ausentes en las estaciones oceánicas frente a Punta **Abreojos** y Bahía Magdalena, así como en el transecto 730 al sur del área de estudio. En la boca del Golfo de California se presentaron larvas con abundancias inferiores a 1000 org/1000 m³ (Fig. 26 a-c).

Los juveniles y adultos presentaron una distribución más reducida que las larvas, en mayo de 1986 éstos estuvieron ausentes en la porción costera que comprendió desde Punta Baja hasta Bahía Sebastián Vizcaíno y desde Punta **Abreojos** hasta **Bahía San Juanico**; en julio de 1987 los juveniles y adultos estuvieron ausentes frente a Punta **Abreojos** y Bahía San Juanico, mientras que en verano de 1988 éstos se concentraron únicamente cerca de la costa frente a Punta Eugenia, Punta **Abreojos** y Bahía Magdalena

(Fig. 27 a-c).

En el caso de *Nematoscelis difficilis* las larvas también tuvieron una amplia distribución, en mayo de 1986 estas se encontraron en estaciones alejadas de la costa con abundancias máximas de 1000 org/1000 m³; en julio de 1987 decreció considerablemente su distribución y abundancia (< 1000 org/1000 m³) encontrándose únicamente la norte de Punta Abreojos y al sur de Bahía Magdalena (Fig. 28 a-b). Para julio de 1988 las larvas fueron encontradas principalmente al norte de Punta Eugenia y desde Punta Abreojos a Bahía Magdalena (Fig. 28 c). Los adultos presentaron un patrón de distribución y abundancia muy semejante a las larvas durante los tres cruceros (Fig. 29 a-c).

Todos los especímenes colectados de la especie *Stylocheiron affine* correspondieron a la forma de la Corriente de California (Brinton 1962). Tanto las larvas como los juveniles y adultos tendieron a encontrarse en estaciones alejadas de la costa con abundancias entre 10 y 1000 org/1000 m³ (Figs. 30 y 31 a-c).

Los eufáusidos *Euphausia gibboides* (Fig. 32 y 33 a-c) y *Thysanoessa gregaria* (Fig. 34 y 35 a-c) fueron las especies transicionales con menor distribución y abundancia, ambas presentaron un patrón de distribución oceánico tanto para larvas como para juveniles y adultos, sus principales núcleos de concentración se localizaron en la región norteña.

ESPECIES DE AFINIDAD DEL PACIFICO CENTRAL

Todas las especies de afinidad biogeográfica del Pacífico Central fueron encontradas como juveniles ó adultos, con abundancias bajas (< 100 org/1000 m³) y siempre al norte de Bahía Magdalena. En mayo de 1986 *Euphausia hemigibba* y *E. recurva* se presentaron en estaciones alejadas de la costa entre Punta Eugenia y Punta Abreojos (Fig. 36 a). En verano de 1987 solamente fueron encontrados individuos de ésta última especie frente a Bahía San Cristobal (Fig. 36 b). Para el verano de 1988 se colectaron especímenes de ambas especies y de *E. mutica* frente a Punta Baja y en estaciones oceánicas localizadas entre Punta Eugenia y Bahía Magdalena. La especie con mayor distribución y abundancia de las tres fue *E. recurva* (Fig. 36 c).

ESPECIES DE AFINIDAD DEL PACIFICO CENTRAL-ECUATORIAL

De las seis especies de este grupo, cuatro son típicamente mesopelágicas por lo que su distribución será abordada de manera separada de las especies epipelágicas.

Las dos especies epipelágicas fueron *Nematobranchion flexipes* y *Stylocheiron*

longicorne, ambas se distribuyeron principalmente en regiones alejadas de la costa. Los juveniles y adultos estuvieron, de manera general, más ampliamente distribuidos y con mayor abundancia que las larvas.

Las larvas de **N. flexipes** fueron encontradas en mayo de 1986 únicamente frente a Punta Baja y en julio de 1987 cerca de Bahía San Cristobal y al sur de Bahía Magdalena con abundancias inferiores a 100 org/1000 m³; su mayor representatividad se observó en julio de 1988 con núcleos de abundancia de hasta 1000 org/1000 m³ frente a Punta Baja (Fig. 37 a-c). Los juveniles y adultos se distribuyeron a todo lo largo de la península y en estaciones alejadas de la costa con abundancias de hasta 1000 org/1000 m³ (Fig. 38 a-c).

El eufáusido S. **Zongicorne** tuvo una distribución y abundancia muy semejante entre las larvas y postlarvas, teniendo en general, abundancias inferiores a 100 org/1000 m³. En mayo de 1986 se encontraron en estaciones cercanas a la costa al norte de Punta Abreojos y alejados de esta frente a Bahía Magdalena; en julio de 1987 estuvo ausente en las colectas y en julio de 1988, tanto las larvas como las postlarvas se distribuyeron principalmente en estaciones oceánicas (Fig. 39 y 40 a-c).

De las cuatro especies mesopelágicas **Stylocheiron elongatum**, **Thysanopoda orientalis** y **T. astylata** presentaron larvas en concentraciones menores a 10 org/ 1000 m³. En mayo de 1986 se encontraron larvas de **T. astylata**, así como juveniles y adultos de las tres especies en la porción oceánica frente a Punta Abreojos. En julio de 1987 éstas estuvieron ausentes (larvas y postlarvas) y en julio de 1988 las larvas, los juveniles y los adultos de las tres especies se localizaron entre Punta Baja y Punta Abreojos en estaciones alejadas de la costa (Fig. 41 a-c).

Juveniles y adultos de **Nematoscelis tenella**, **Stylocheiron elongatum** y **T. astylata** fueron encontradas en estaciones alejadas a la costa frente a Punta Abreojos, Bahía San Juanico y Bahía Magdalena en mayo de 1986 y las dos últimas especies en julio de 1988 (Fig. 42 a-c).

ESPECIES DE AFINIDAD ECUATORIAL

La especie más abundante de este grupo fue **E. eximia**, sus larvas tuvieron abundancias que variaron entre (10 y 10000 org/1000 m³) a lo largo de la península, principalmente en las estaciones oceánicas. En mayo de 1986 y julio de 1987 sus mayores concentraciones estuvieron al sur de Bahía Magdalena, mientras que en julio de 1988 éstas se ubicaron en el norte frente a Punta Baja (Fig. 43 a-c). Los juveniles y adultos presentaron una menor distribución que las larvas, sin embargo, conservaron las tendencias generales observadas para éstas últimas, ambos componentes fueron

encontrados en la entrada del Golfo de California con abundancias menores a 1000 org/1000 m³ (Fig. 44 a-c).

Las otras cinco especies con afinidad biogeográfica ecuatorial, presentaron su centro de distribución en la entrada del Golfo de California, ya que en la costa occidental de la península se presentaron con baja abundancia. En mayo de 1986 se encontraron larvas de ***Nematoscelis gracilis*** al sur de Bahía Magdalena, en julio de 1987 las larvas de esta especie junto con las de ***Euphausia distinguenda*** y ***E. tenera***, fueron registradas cerca de la costa frente y al sur de Bahía Magdalena (Fig. 45 a-b). En julio de 1988 las larvas de estas tres especies tuvieron su centro de distribución en el transecto 730-600G con abundancias altas, particularmente frente a Cabo San Lucas (hasta 1000 org/1000 m³), La distribución más norteña de estas especies se observó frente a Punta Eugenia con dos núcleos de baja abundancia de ***E. distinguenda*** y ***E. tenera*** (Fig. 45 c).

Los juveniles y adultos de este grupo mostraron sus centros de abundancia coincidiendo con los de las larvas, sin embargo, éstos tuvieron una distribución más amplia hacia el norte; además se encontraron otras dos especies ***E. lamelligera*** y ***E. diomedea***. En mayo de 1986 fueron encontrados frente a Punta Abreojos individuos de ***E. distinguenda*** y ***E. diomedea***; en julio de 1987 las larvas de las cuatro especies antes mencionadas y las de ***E. lamelligera*** fueron encontradas al sur de Boca de la Soledad (Fig. 46 a-b). Para 1988 los juveniles y adultos tuvieron un patrón similar al de las larvas siendo abundantes en la entrada del Golfo de California, no obstante se manifestó una incursión hacia el norte de ***E. distinguenda*** frente a Punta Eugenia y de ***E. tenera*** frente a Bahía Magdalena (Fig. 46 c).

ESPECIE DE AFINIDAD COSMOPOLITA

La única especie con patrón de distribución cosmopolita encontrado en este estudio fue ***S. maximum***; las larvas, juveniles y adultos tuvieron abundancias inferiores a 100 org/1000 m³, sin mostrar un patrón de distribución en particular, aunque en la mayoría de los casos se encontraron en estaciones oceánicas (Figs. 47 y 48 a-c).

2.4 Distribución latitudinal

Con la finalidad de localizar los centros de abundancia de los eufáusidos, se muestra la distribución latitudinal de la abundancia promedio para cada transecto perpendicular a la costa (Fig. 49 a-c). A pesar de que ***N. simplex*** estuvo distribuida a lo largo de toda la península, sus centros de abundancia variaron entre un crucero y otro. En mayo de 1986 presentó un centro de distribución frente a Boca de la Soledad (línea 490) con una abundancia promedio de 70,000 org/1000 m³, en los otros dos cruceros el centro se ubicó más al norte, en julio de 1987 frente a Bahía Asunción (estación 350) y

en julio de 1988 frente a Punta Eugenia (estación 310), ambos con abundancia promedio de 60,000 org/1000 m³, hacia el sur de estas zonas decreció su abundancia (Fig. 49 a-c).

Las especies *N. difficilis*, *T. gregaria*, *E. recurva* y *S. longicorne* exhibieron esta misma tendencia de distribución pero con abundancias menores durante los tres cruceros, sus principales concentraciones estuvieron en la porción norte del área de estudio. Algunas especies como *S. affine*, *N. flexipes* y *E. gibboides*, tuvieron abundancias promedio de hasta 500 org/1000 m³ y con una amplia distribución, sin embargo, las primeras dos presentaron promedios de abundancia ligeramente más altos frente a Punta Eugenia (Fig. 49 a-c).

En mayo de 1986 y julio de 1987 la especie *E. eximia* se observó con mayor abundancia al sur de Bahía Magdalena decreciendo ésta hacia el norte, en mayo de 1986 tuvo una abundancia promedio de 1500 org/1000 m³ frente a Punta Márquez (líneas 610-650), para julio de 1987 su abundancia promedio aumentó en el sur a 2000 org/1000 m³ y en 1988 se distribuyó en toda la zona. Las especies que presentaron tendencia de distribución similar fueron: *E. distinguenda*, *E. tenera* y *N. gracilis* (Fig. 49 a-c).

Finalmente las especies con escasa abundancia tuvieron diferentes patrones de distribución en los cruceros donde aparecieron (Fig. 50):

- a) Especies de distribución norteña: *E. pacifica*, *E. hemigibba*, *E. mutica*, *N. tenella*, *S. elongatum*, *T. astylata*, y *T. orientalis*.
- b) Especies de distribución sureña: *E. lamelligera* y *E. diomedea*.
- c) Especies que se encontraron a lo largo de toda la costa occidental de Baja California: *S. maximum*.

2.5 Riqueza específica de los eufáusidos

En mayo de 1986 la mayoría de las estaciones costeras tuvieron menos de 3 especies, el número de especies se incrementó hacia mar adentro predominando las estaciones oceánicas con 4 a 6 especies; de manera particular, en la porción oceánica frente a Punta Abrejos se registró una composición específica de 11 especies (Fig. 51 a). Para julio de 1987 se observó una tendencia similar, la porción costera fue dominada por pocas especies (1 a 3), mientras que la parte oceánica presentó una composición de 4 a 9 especies por estación (Fig. 51 b).

En julio de 1988, las regiones cercanas a la costa localizadas al sur de Punta Baja, Bahía Vizcaíno y Bahía San Juanico tuvieron menos de 4 especies, número que se incrementó mar adentro encontrando núcleos con más de 10 especies en la región oceánica (Fig. 51 c).

Tabla II Abundancia relativa y promedio de caliptopis y furciliias de cada especie por crucero oceanografico

Caliptopis y Furciliias	CJCIMAR 8605		CJCIMAR 8707		CICIMAR 8807	
	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio
<i>Nyctiphanes simplex</i>	96.886	10630.82	88.533	14367.13	97.240	10735.23
<i>Euphausia eximia</i>	1.511	165.85	11.238	1823.75	1.331	146.95
<i>Euphausia gibboides</i>	0.544	59.67	0.009	1.44	0.239	26.36
<i>Euphausia tenera</i>			0.001	0.16	0.031	3.46
<i>Euphausia hemigibba</i>					0.001	0.07
<i>Euphausia distinguenda</i>			0.051	8.28	0.087	9.61
<i>Euphausia diomedea</i>						
<i>Euphausia recurva</i>	0.003	0.35				
<i>Euphausia pacifica</i>						
<i>Euphausia lamelligera</i>						
<i>Euphausia mutica</i>						
<i>Nematoscelis difficilis</i>	0.768	84.27	0.057	9.27	0.678	74.87
<i>Nematoscelis gracilis</i>	0.002	0.27	0.026	4.25	0.002	0.24
<i>Nematoscelis tenella</i>						
<i>Thysanoessa gregaria</i>	0.008	0.86	0.001	0.16	0.010	1.16
<i>Nematobrachion flexipes</i>	0.001	0.07	0.003	0.50	0.059	6.49
<i>Stylocheiron affine</i>	0.192	21.04	0.080	12.91	0.220	24.30
<i>Stylocheiron maximum</i>	0.018	1.94	0.001	0.09	0.003	0.35
<i>Stylocheiron longicorne</i>	0.027	2.92			0.018	1.94
<i>Stylocheiron elongatum</i>					0.008	0.92
<i>Thysanopoda astylata</i>	0.002	0.26			0.002	0.25
<i>Thysanopoda orientalis</i>					0.001	0.07
No identificados	0.038	4.21			0.070	7.68
	100	10972.52	100	16227.95	100	11039.94

Tabla III Abundancia relativa y promedio de juveniles y adultos de cada especie por crucero oceanografico

Juveniles y Adultos	CICIMAR 8605		CICIMAR 8707		CICIMAR 8807	
	%	Promedio	%	Promedio	%	Promedio
<i>Nyctiphanes simplex</i>	64.631	918.18	94.505	1752.93	78.073	1167.77
<i>Euphausia eximia</i>	5.459	77.55	2.384	44.22	9.739	145.66
<i>Euphausia gibboides</i>	0.566	8.04	0.037	0.69	0.992	14.84
<i>Euphausia tenera</i>			0.091	1.69	0.670	10.01
<i>Euphausia hemigibba</i>	0.005	0.07			0.027	0.40
<i>Euphausia distinguenda</i>	0.074	1.05	0.053	0.98	1.944	29.08
<i>Euphausia diomedea</i>	0.018	0.26				
<i>Euphausia recurva</i>	0.408	5.80	0.005	0.09	0.108	1.62
<i>Euphausia pacifica</i>	0.016	0.23				
<i>Euphausia lamelligera</i>			0.112	2.08	0.281	4.20
<i>Euphausia mutica</i>					0.024	0.36
<i>Nematoscelis difficilis</i>	21.647	307.53	0.703	13.05	3.381	50.57
<i>Nematoscelis gracilis</i>	0.031	0.44	0.046	0.85	0.006	0.08
<i>Nematoscelis tenella</i>	0.005	0.07				
<i>Thysanoessa gregaria</i>	0.129	1.83	0.197	3.65	0.464	6.94
<i>Nematobrachion flexipes</i>	3.179	45.16	1.174	21.77	1.364	20.41
<i>Stylocheiron affine</i>	3.086	43.83	0.685	12.70	2.471	36.96
<i>Stylocheiron maximum</i>	0.012	0.17	0.007	0.14	0.025	0.37
<i>Stylocheiron longicorne</i>	0.655	9.31			0.321	4.80
<i>Stylocheiron elongatum</i>	0.008	0.12			0.042	0.63
<i>Thysanopoda astylata</i>	0.008	0.12			0.006	0.09
<i>Thysanopoda orientalis</i>						
No identificados	0.065	0.92			0.064	0.96
	100	1420.66	100	1854.85	100	1495.75

Tabla IV Afinidad biogeografica y **distribucion** vertical de las especies de eufausidos encontradas en la costa occidental de la peninsula de Baja California Sur, de acuerdo a los criterios propuestos por Brinton (1960, 1962 y 1975).

Especie	Afinidad biogeografica	Ubicacion en la CC	Distribucion vertical
1 <i>Euphausia pacifica</i>	Subartica	Templada norte	Epipelagico 0-280 m
2 <i>Nyctiphanes simplex</i>	Transicional	Transicional costero	Epipelagico 0-280 m
3 <i>Nematoscelis difficilis</i>	Transicional	Transicional norte	Epipelagico 0-280 m
4 <i>Thysanoessa gregaria</i>	Transicional	Transicional norte	Epipelagico 0-700 m
5 <i>Stylocheiron affine</i>	Transicional	Transicional oceanico	Epipelagico 0-280 m
6 <i>Euphausia gibboides</i>	Transicional	Transicional oceanico	Epipelagico 0-700 m
7 <i>Euphausia hemigibba</i>	Central	Oceanico	Epipelagico 0-700 m
8 <i>Euphausia mutica</i>	Central	Templado oceanico	Epipelagico 0-700 m
9 <i>Euphausia recurva</i>	Central	Templado oceanico	Epipelagico 0-700 m
10 <i>Nematobrachion flexipes</i>	Central-Ecuatorial	Tropical oceanico	Epipelagico 0-700 m
11 <i>Nematoscelis tenella</i>	Central-Ecuatorial	Tropical oceanico	Mesopelagico 140-1000
12 <i>Stylocheiron longicorne</i>	Central-Ecuatorial	Tropical oceanico	Mesopelagico 140-700
13 <i>Sfylocheiron elongatum</i>	Central-Ecuatorial	Tropical oceanico	Mesopelagico 140-1000
14 <i>Thysanopoda orientalis</i>	Central-Ecuatorial	Tropical oceanico	Mesopelagico 140-1000
15 <i>Thysanopoda astylata</i>	Central-Ecuatorial	Oceanico	
16 <i>Euphausia tenera</i>	Ecuatorial	Tropical sur	Epipelagico 0-280 m
17 <i>Euphausia disfinguenta</i>	Ecuatorial	Tropical sur	Epipelagico 0-280 m
18 <i>Euphausia eximia</i>	Ecuatorial	Transicional sur	Epipelagico 0-700 m
19 <i>Euphausia diomedea</i>	Ecuatorial	Tropical sur	Epipelagico 0-700 m
20 <i>Euphausia lamelligera</i>	Ecuatorial	Tropical sur	Epipelagico 0-700 m
21 <i>Nematoscelis gracilis</i>	Ecuatorial	Tropical sur	Epipelagico 0-700 m
22 <i>Stylocheiron maximum</i>	Cosmopolita	Tropical oceanico	Mesopelagico 140- 1000

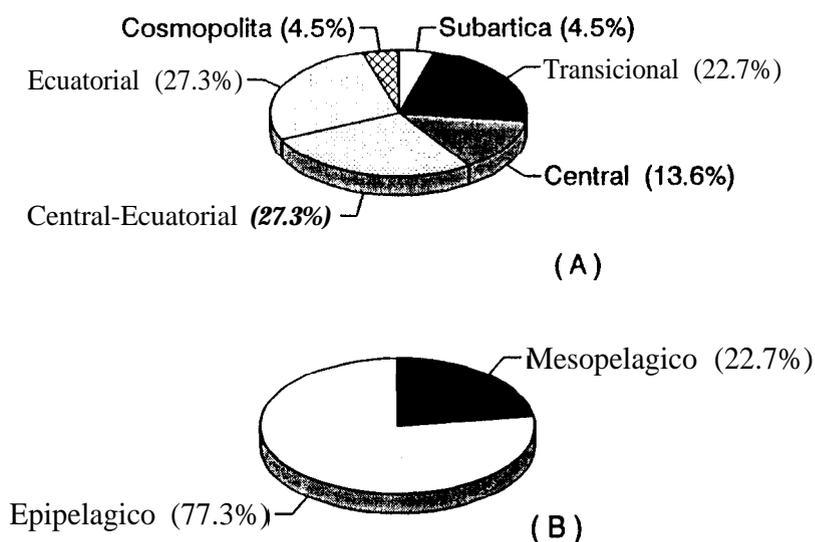
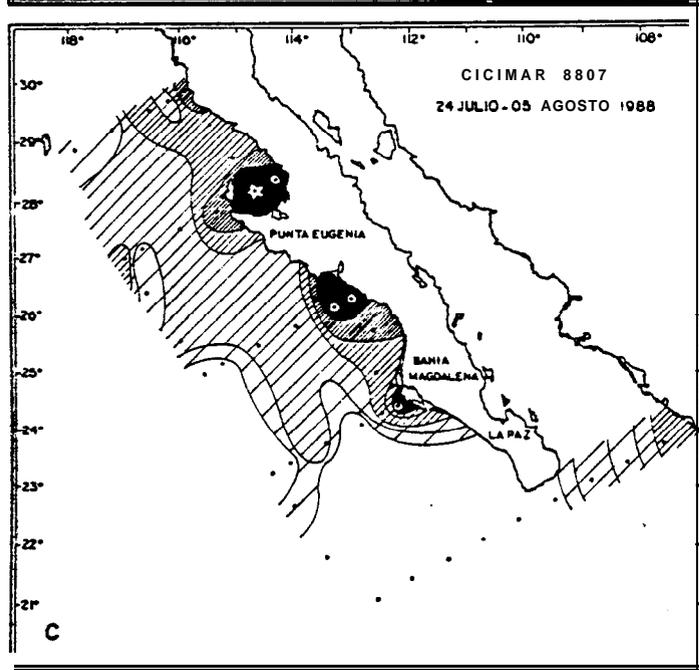
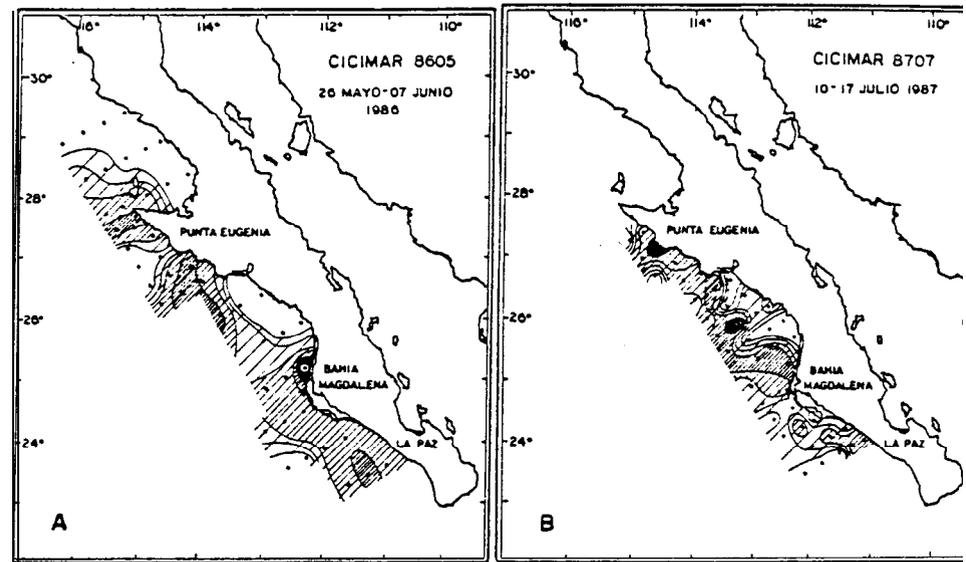
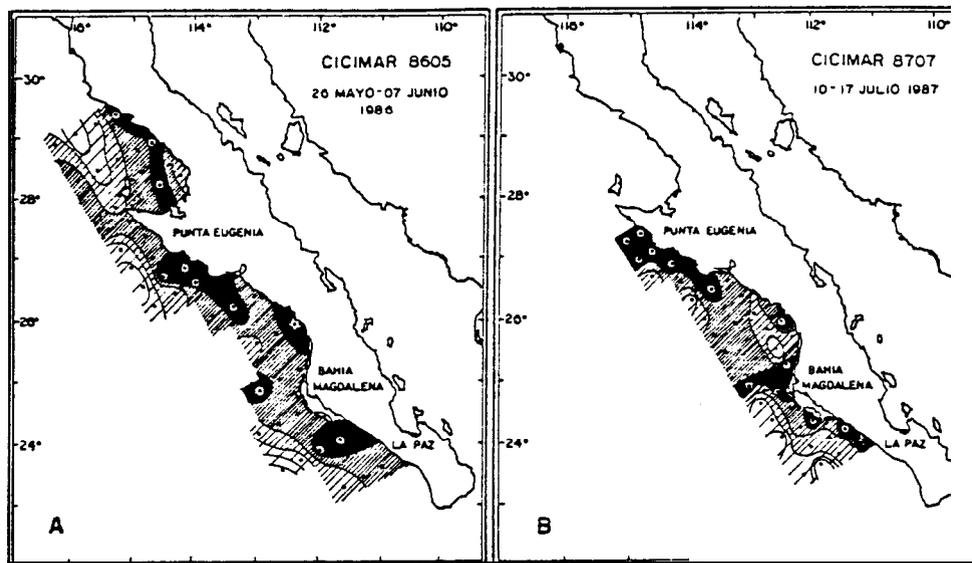
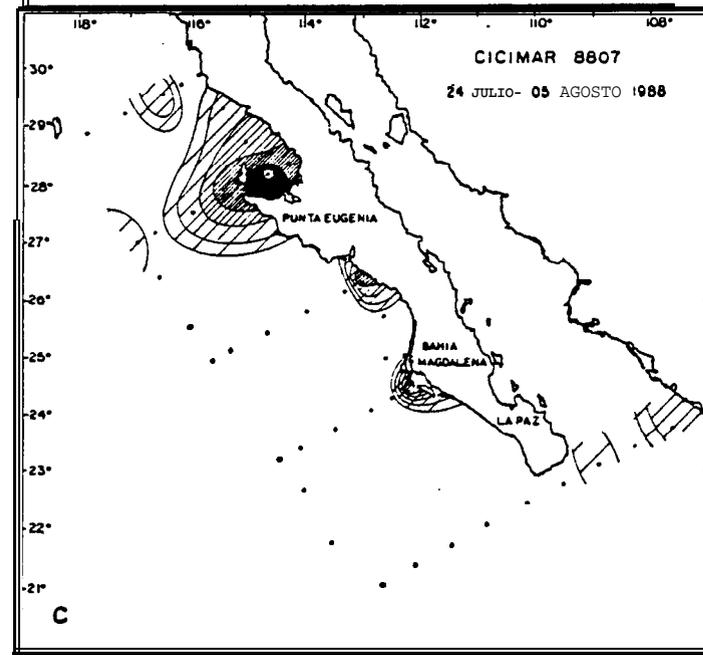
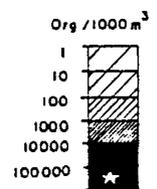


Fig. 25 Abundancia relativa de los eufáusidos de acuerdo a su afinidad **biogeográfica** (a), ubicación en la Corriente de California (b).



TRANSICIONAL
Nyctiphanes simplex
CALIPTOPIIS Y FURCILIAS



TRANSICIONAL
Nyctiphanes simplex
JUVENILES Y ADULTOS

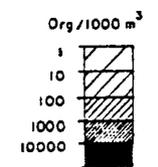


Fig. 26 Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliae de *Nyctiphanes simplex* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 27 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Nyctiphanes simplex* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (h) y julio de 1988 (c).

Fig. 29 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Nematocelis difficilis* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

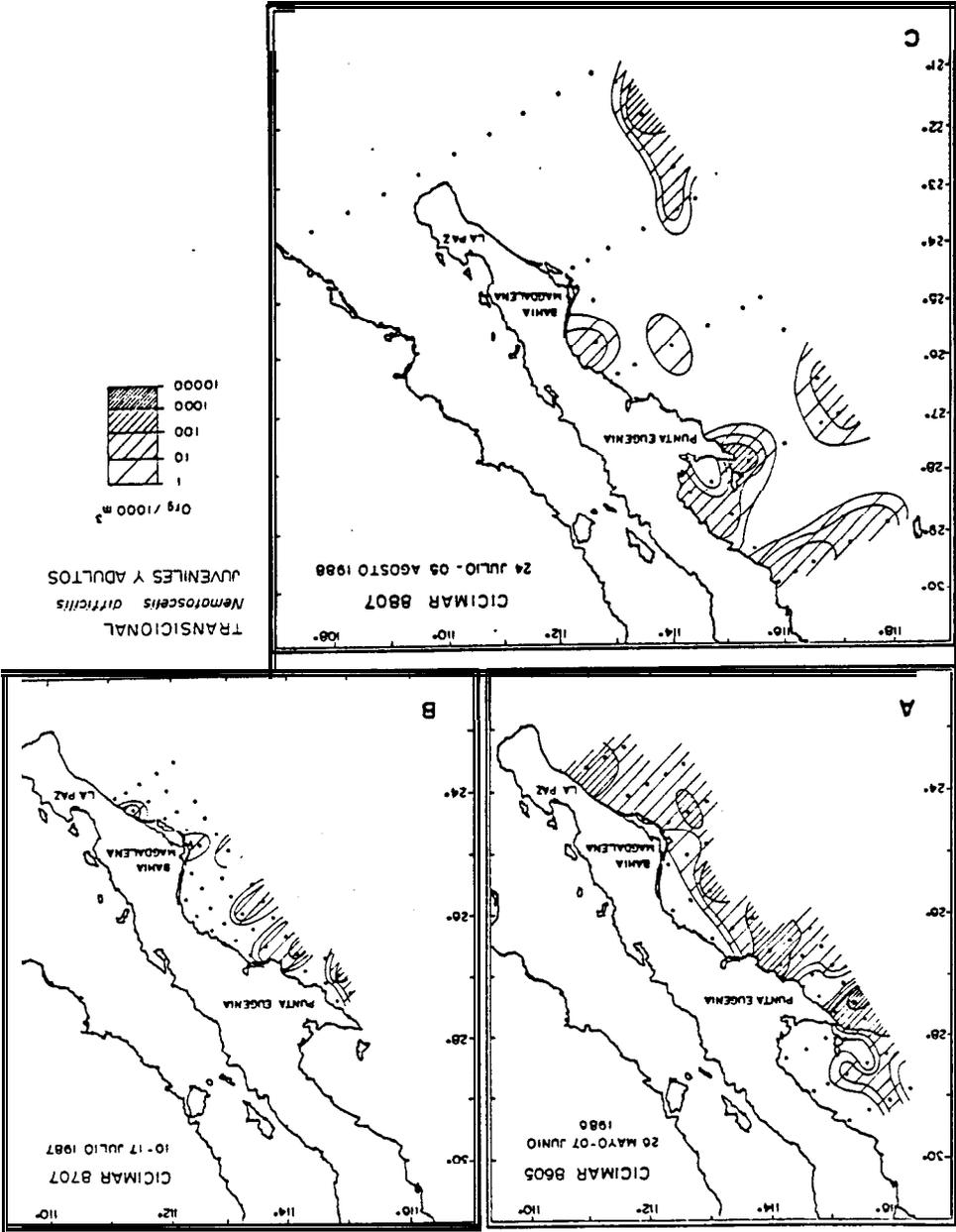
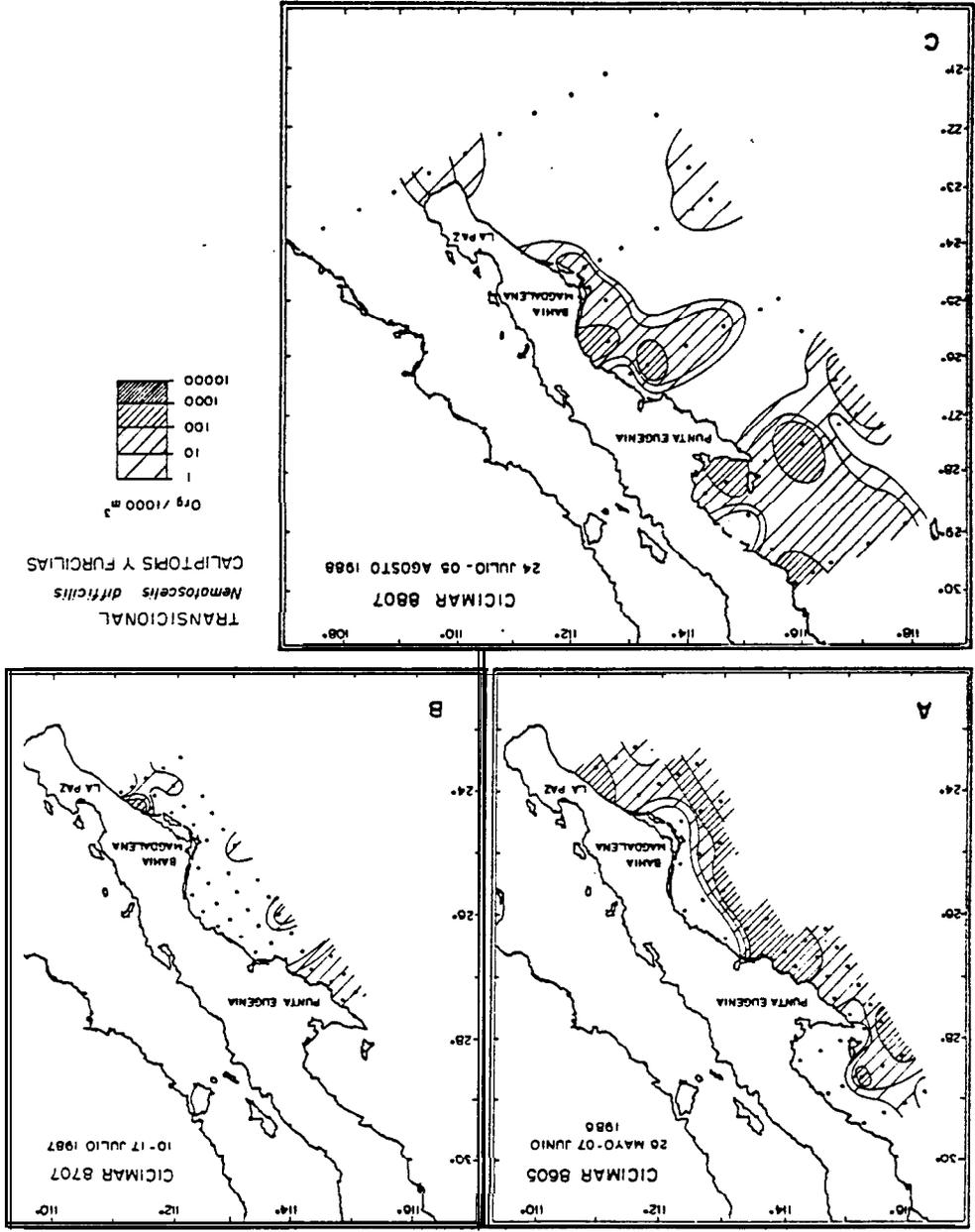
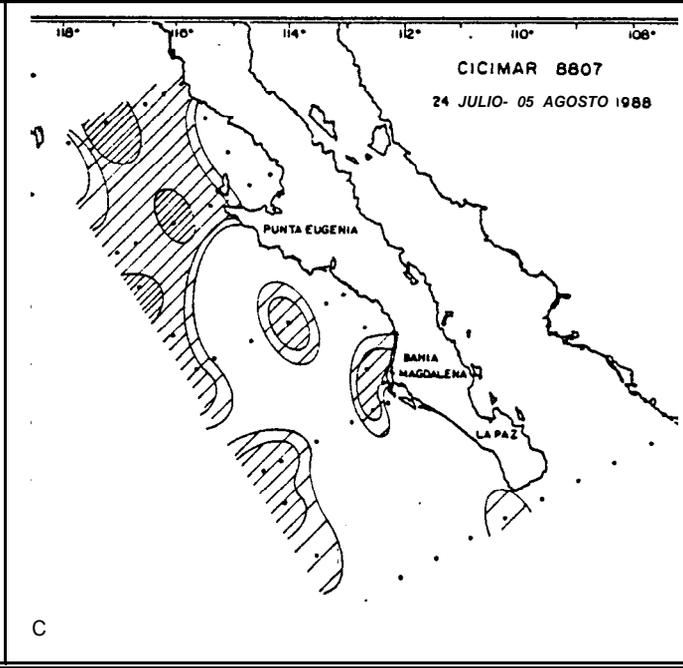
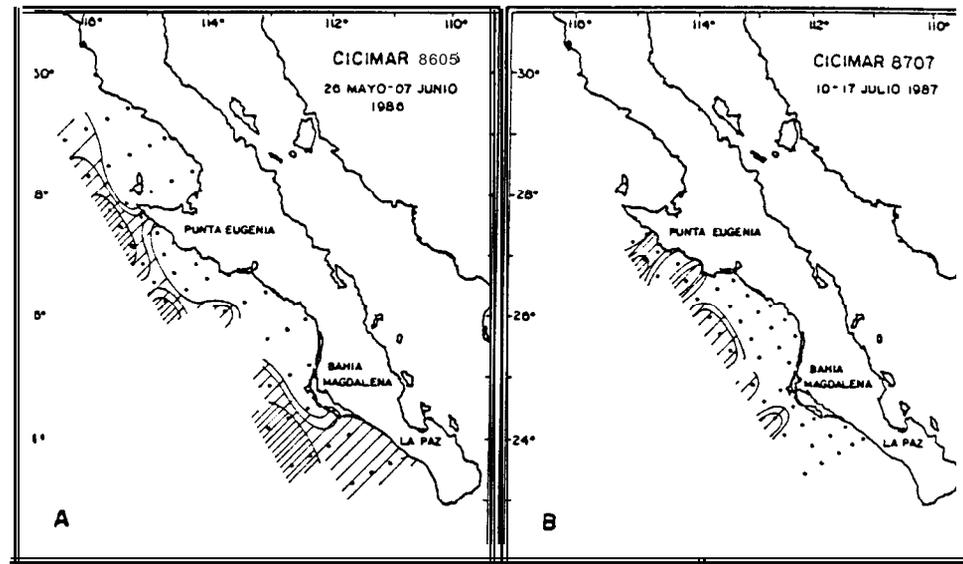
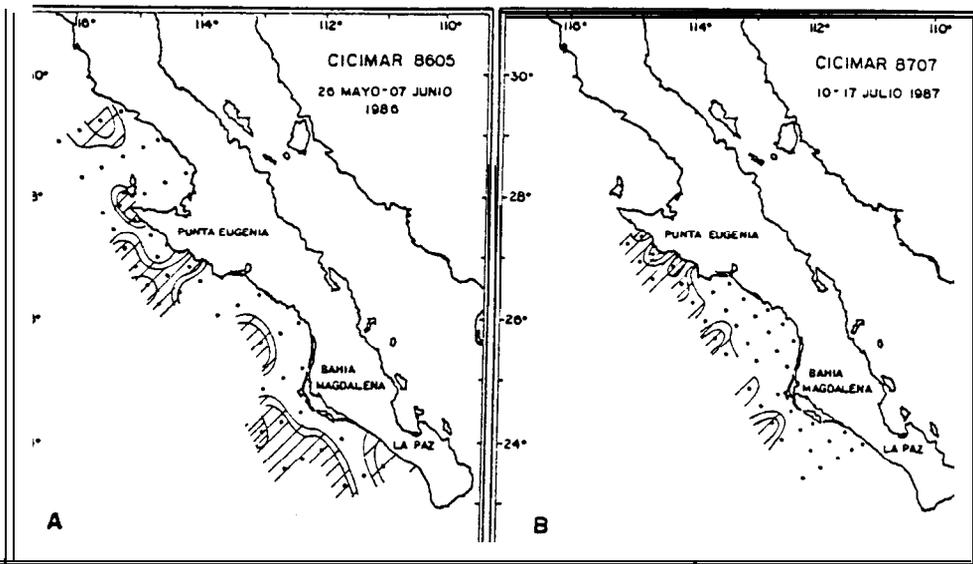
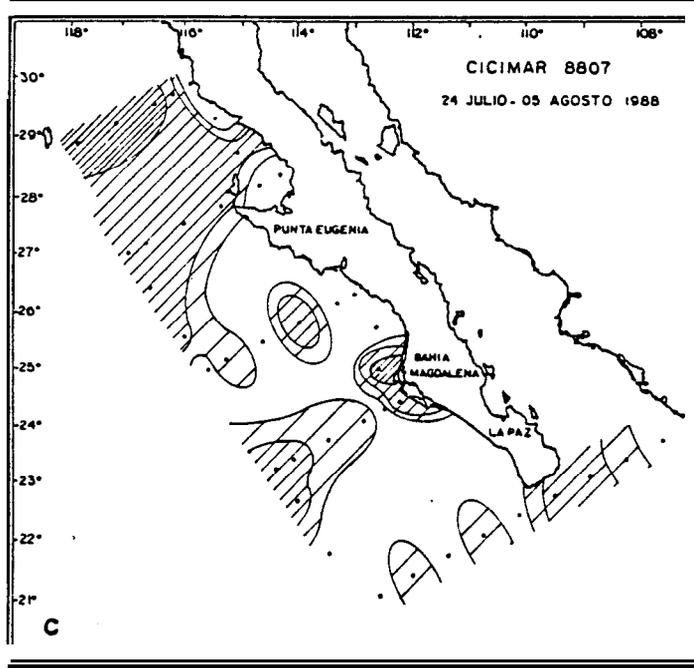
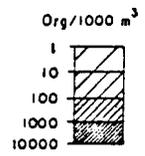


Fig. 28 Distribución y abundancia de las calipops y furchillas de *Nematocelis difficilis* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).





TRANSICIONAL
Stylocheiron affine
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



TRANSICIONAL
Stylocheiron affine
JUVENILES Y ADULTOS

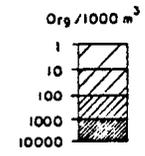
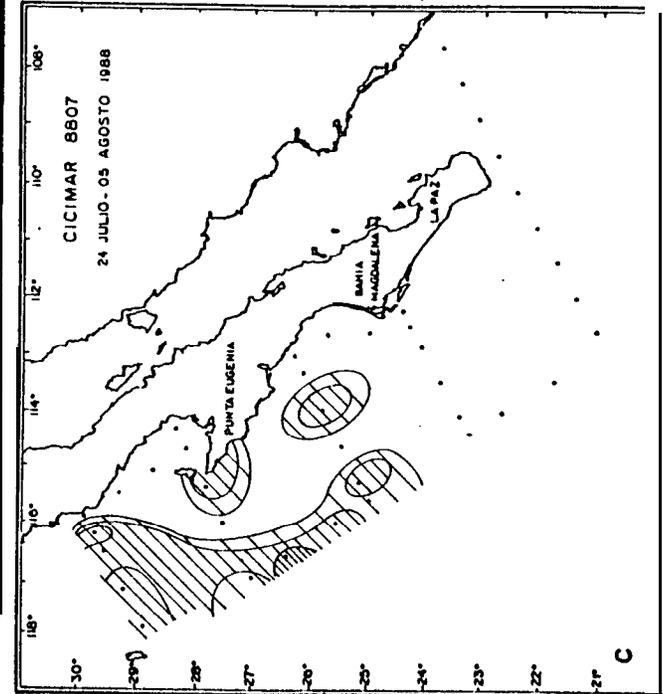
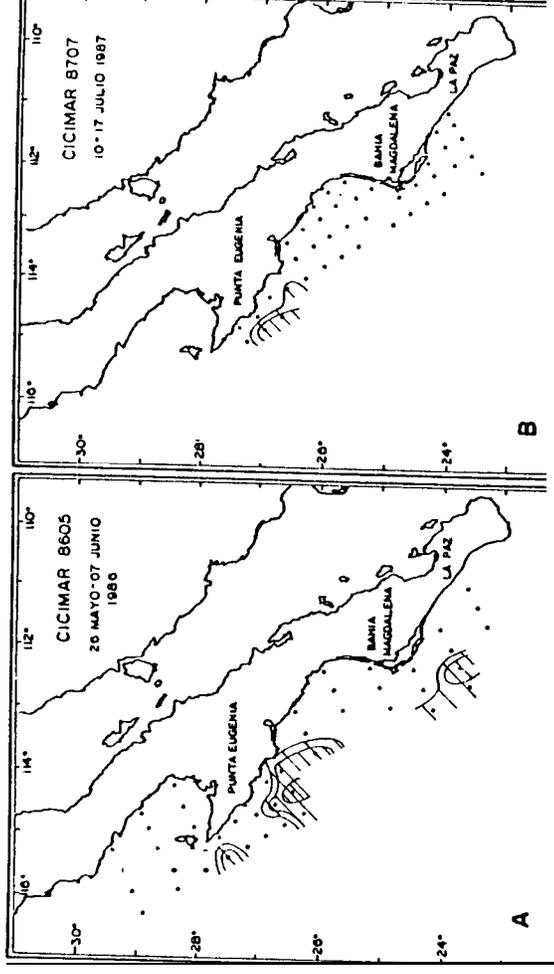
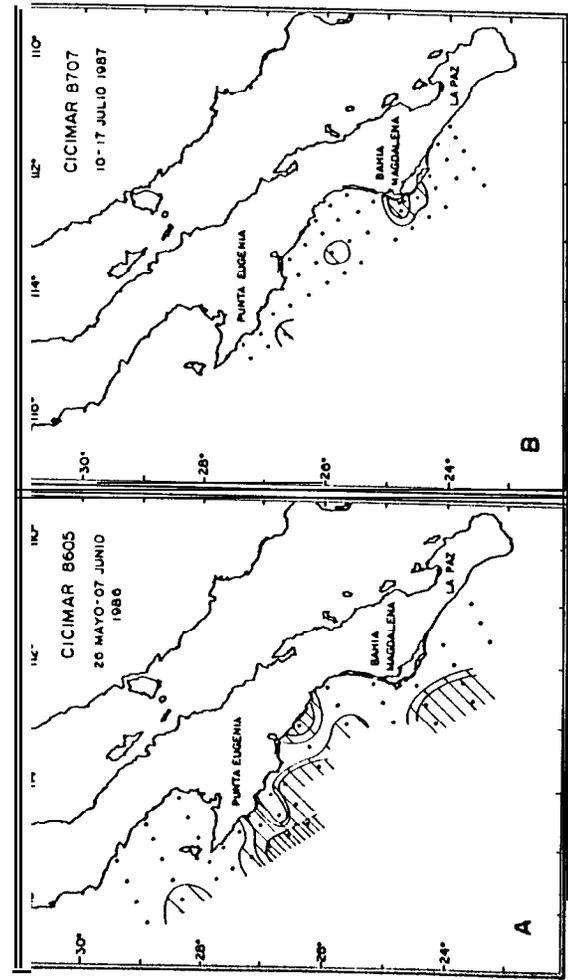
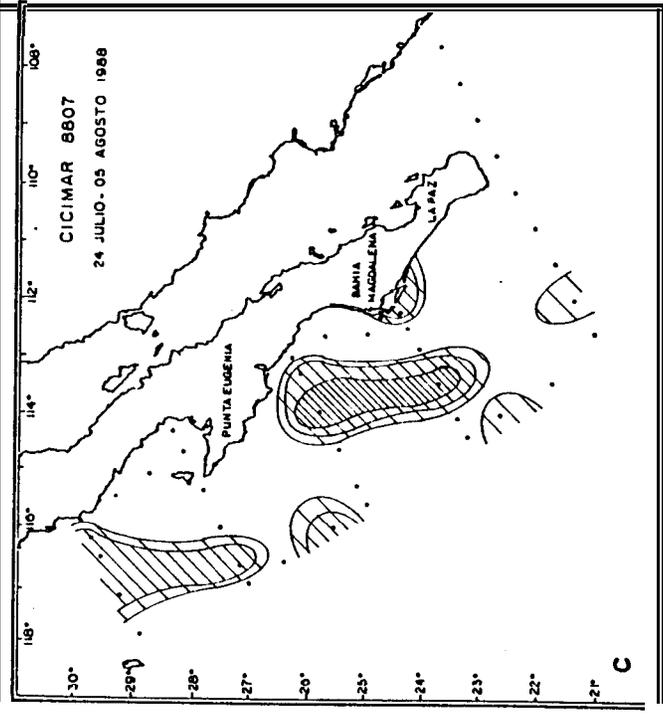
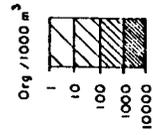


Fig. 30 Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de *Stylocheiron affine* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 31 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Stylocheiron affine* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



TRANSICIONAL
Euphausia gibboides
CALIPTORIS Y FURCILIAS



TRANSICIONAL
Euphausia gibboides
JUVENILES Y ADULTOS

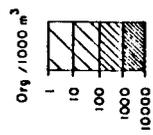
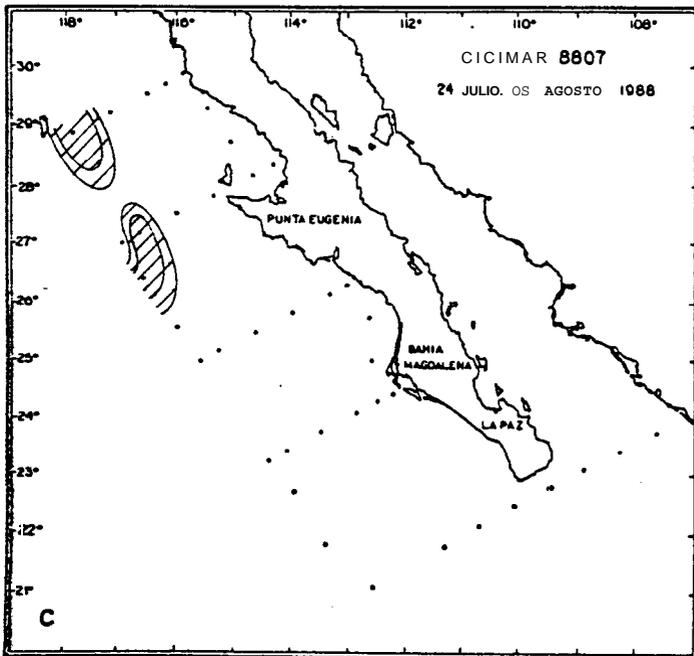
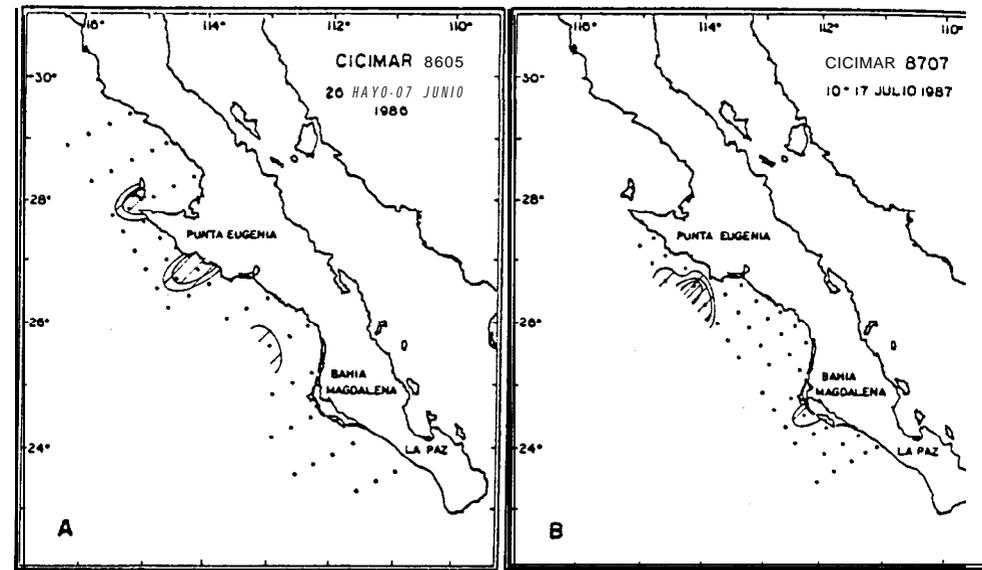
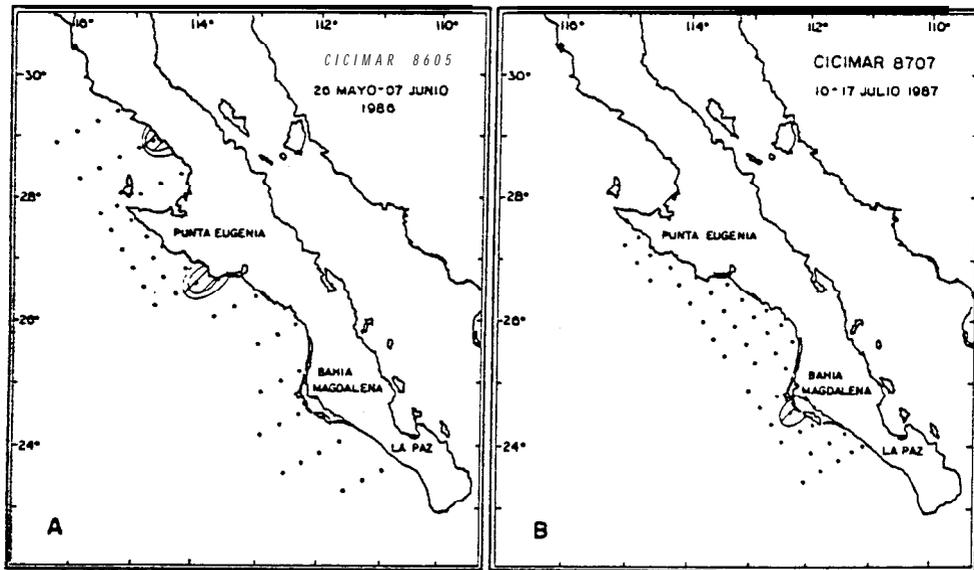
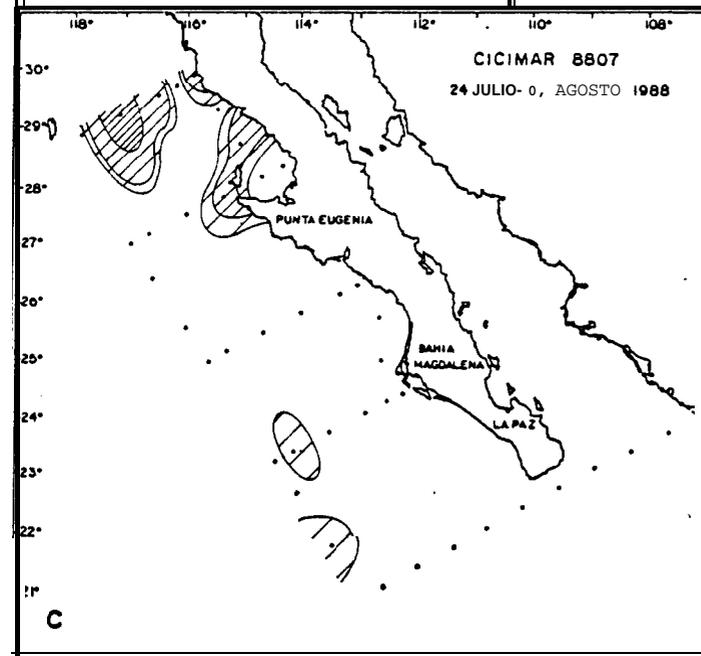
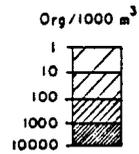


Fig. 32 Distribución y abundancia de las calyptopis y furciliars de *Euphausia gibboides* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 33 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Euphausia gibboides* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



TRANSICIONAL
Thysanoessa gregaria
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



TRANSICIONAL
Thysanoessa gregaria
JUVENILES Y ADULTOS

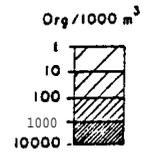


Fig. 34 Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliás de *Thysanoessa gregaria* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 35 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Thysanoessa gregaria* (Transicional) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

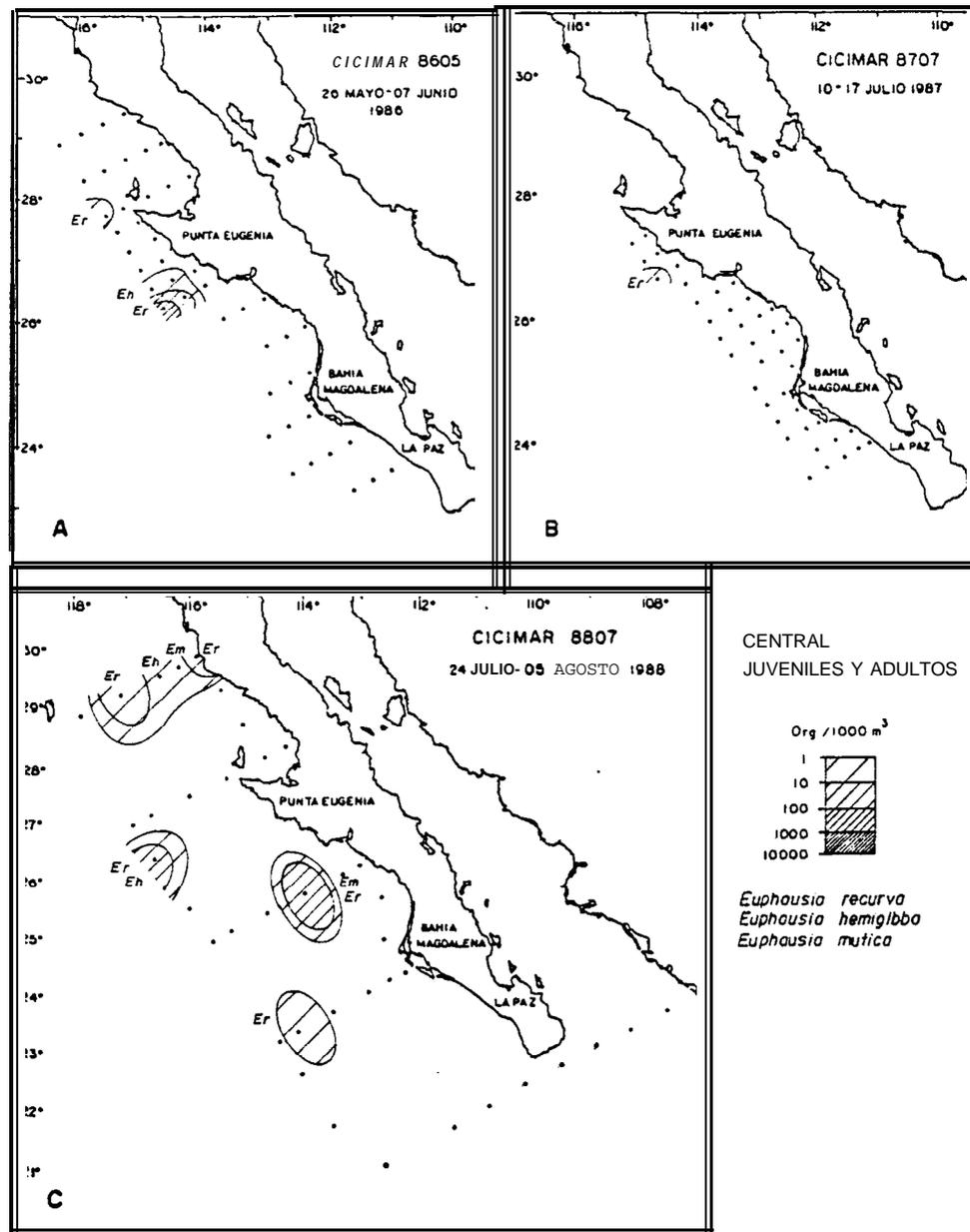
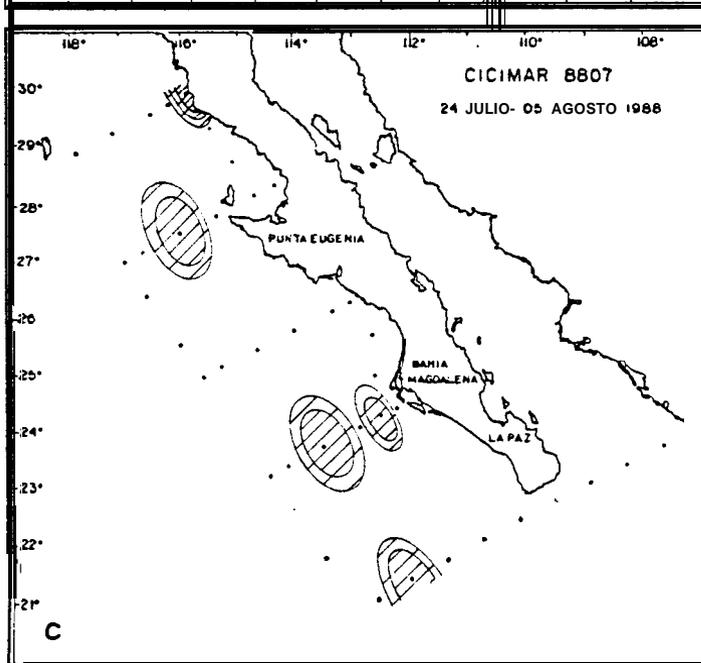
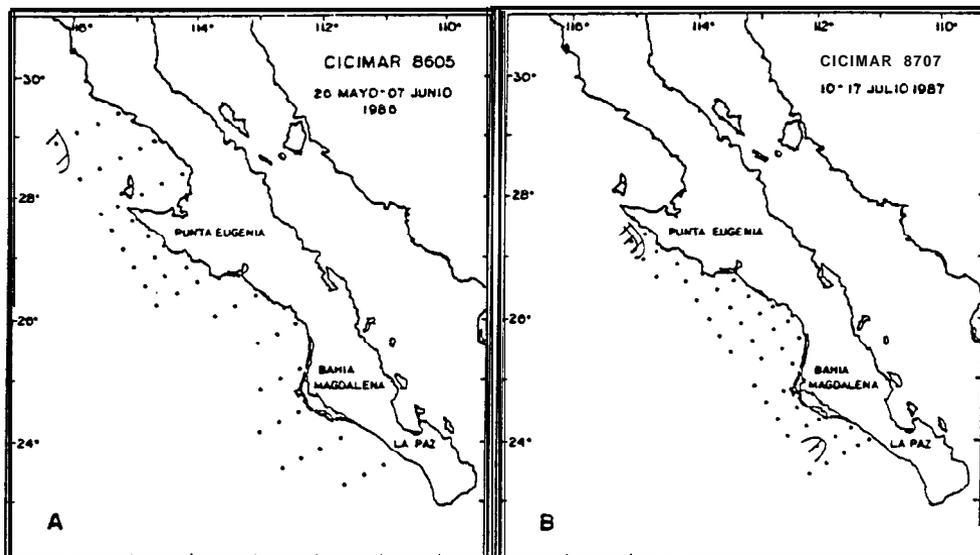
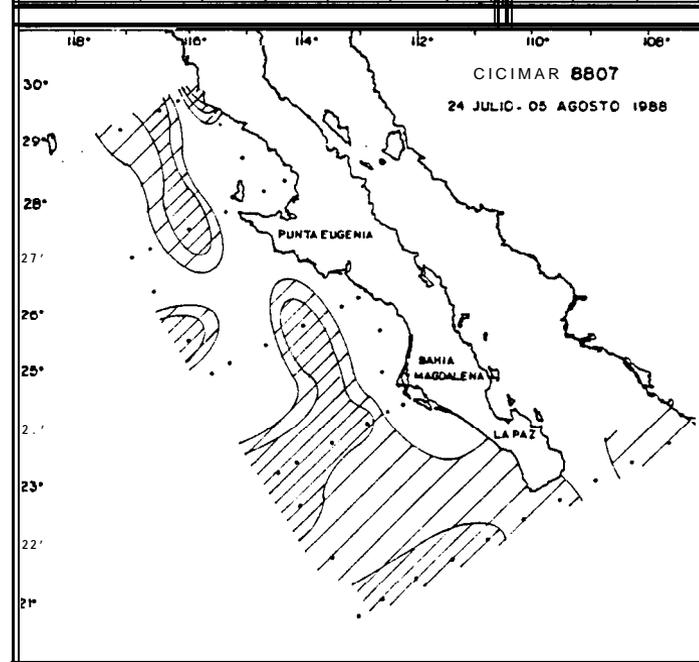
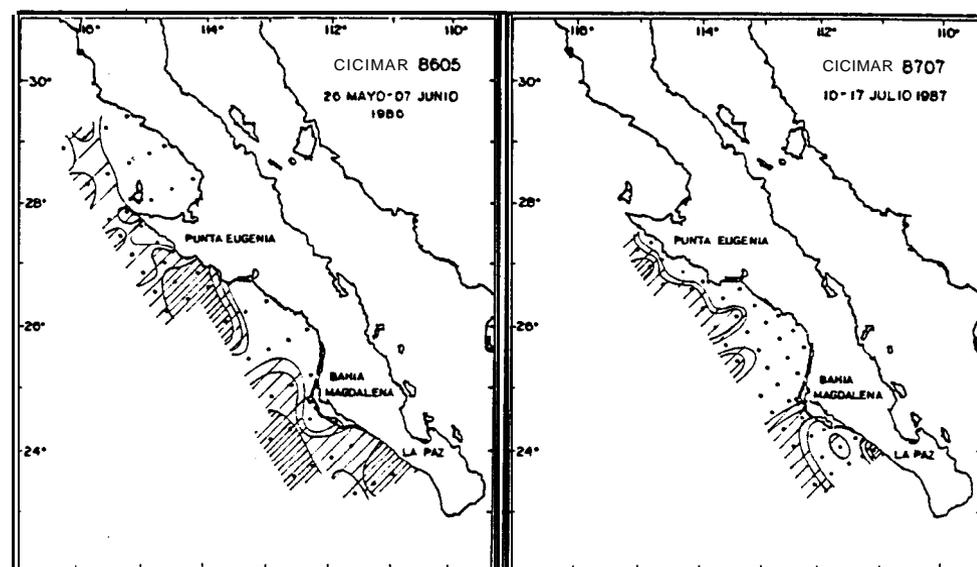
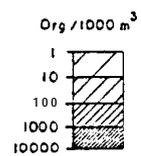


Fig. 36 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Euphausia recurva*, *E. hemigibba* y *E. mutica* (Centrales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



CENTRAL-ECUATORIAL
Nematobrachion flexipes
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



CENTRAL-ECUATORIAL
Nematobrachion flexipes
JUVENILES Y ADULTOS

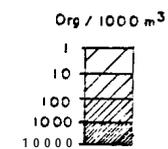
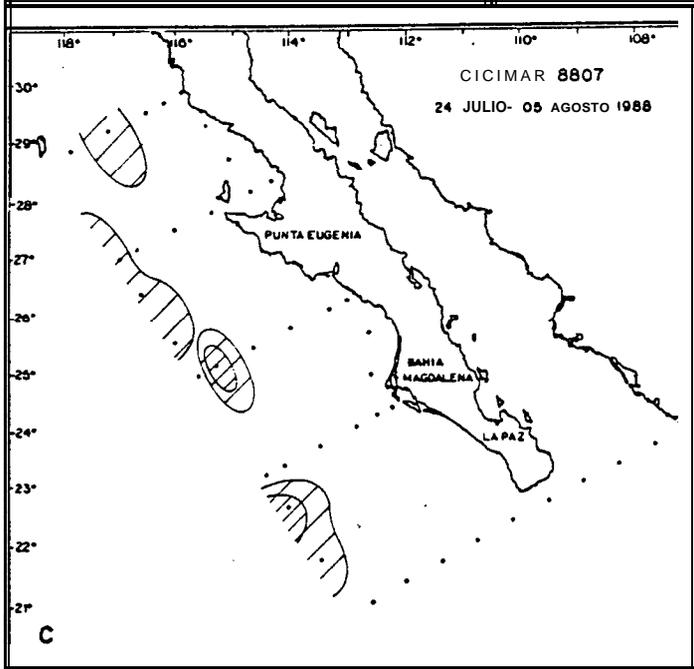
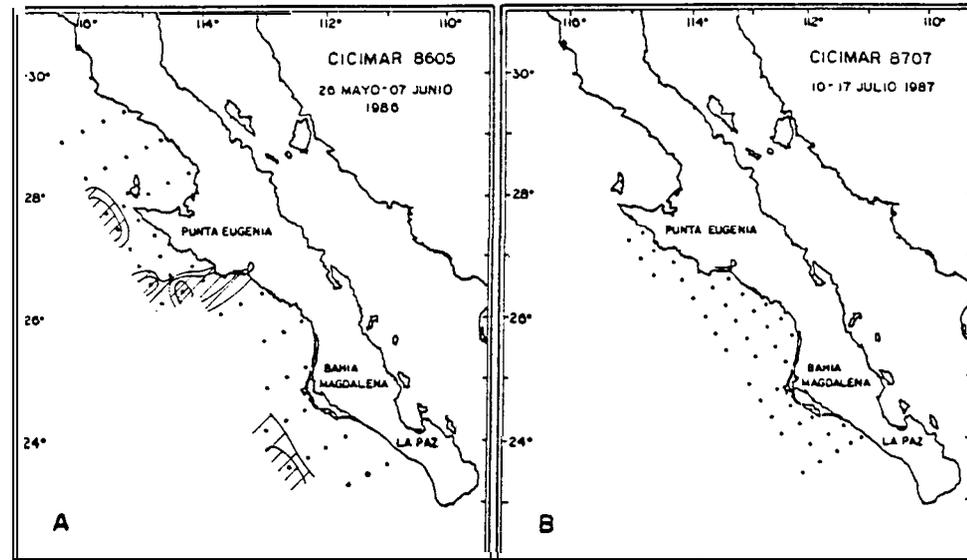
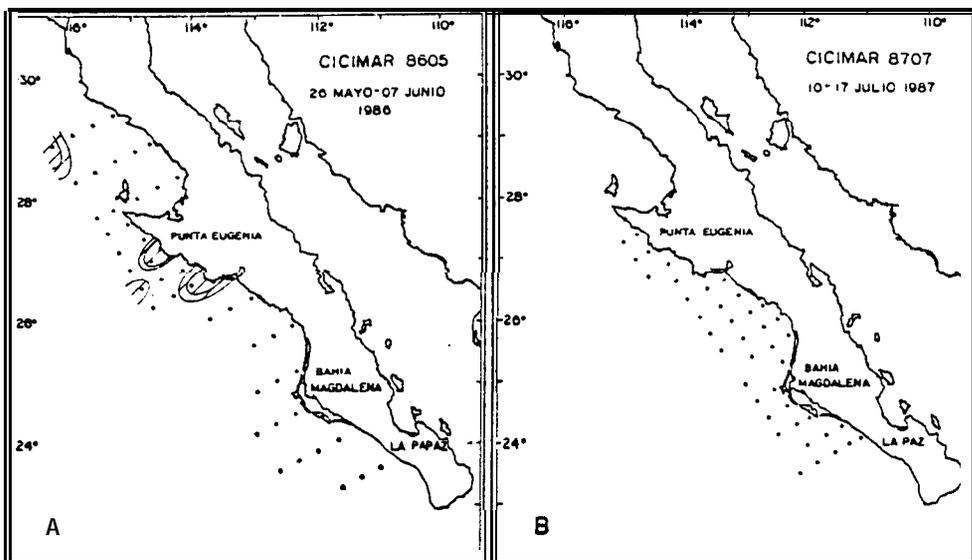
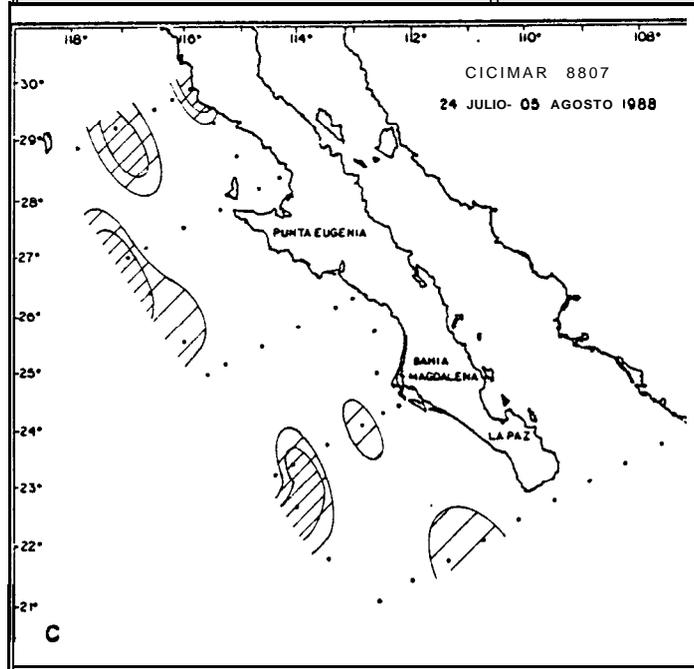
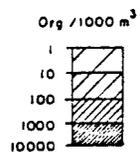


Fig. 37 Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliias de *Nematobrachion flexipes* (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

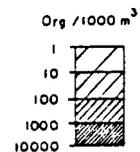
Fig. 38 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Nematobrachion flexipes* (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



CENTRAL- ECUATORIAL
Stylocheiron longicorne
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



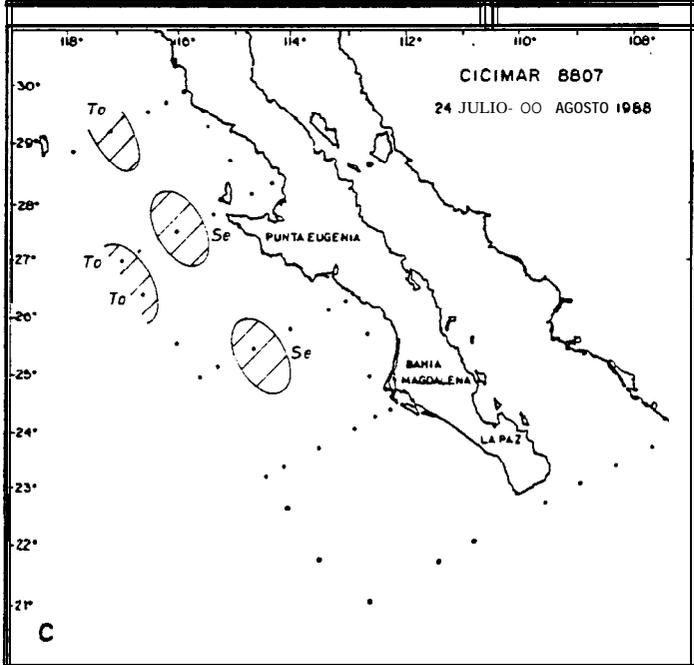
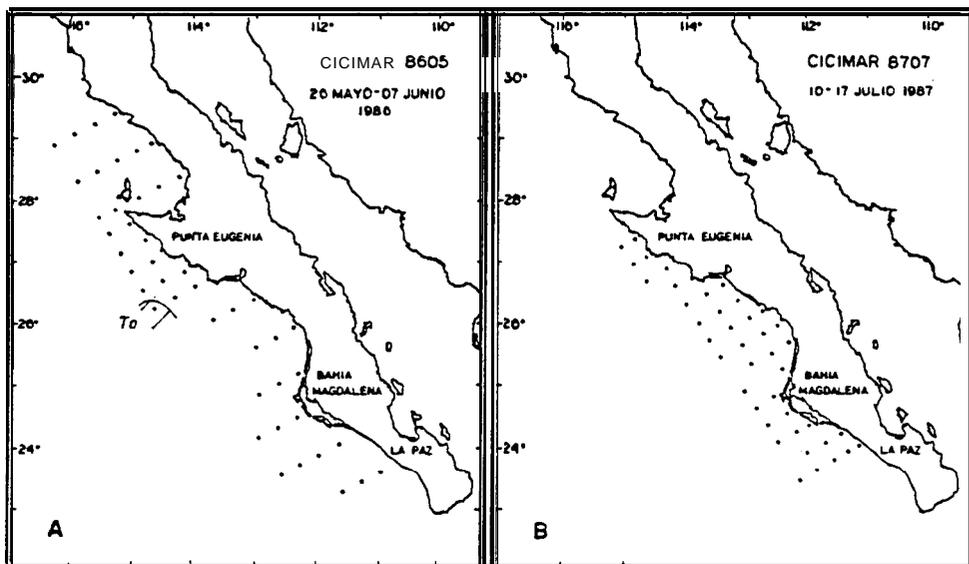
CENTRAL- ECUATORIAL
Stylocheiron longicorne
JUVENILES Y ADULTOS



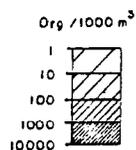
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 I.P.N.
 BIBLIOTECA

Fig. 39 Distribución y abundancia de las calyptopis y furciliars de *Stylocheiron longicorne* (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

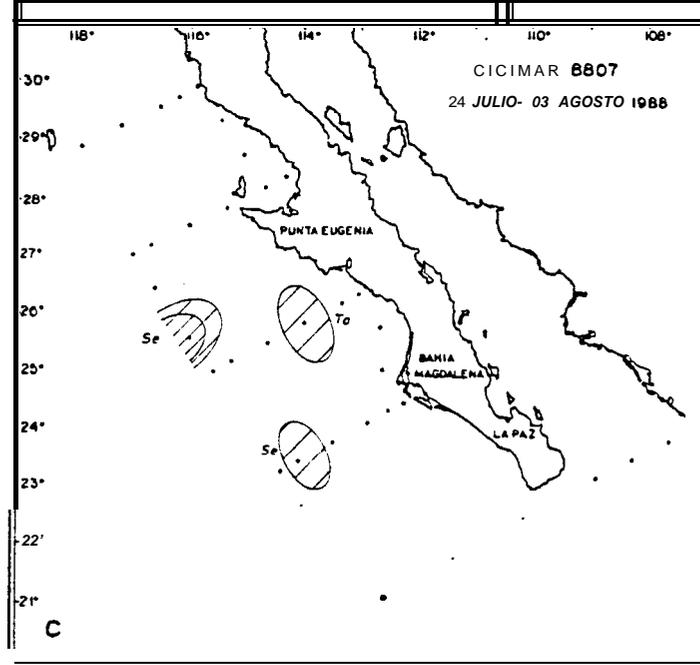
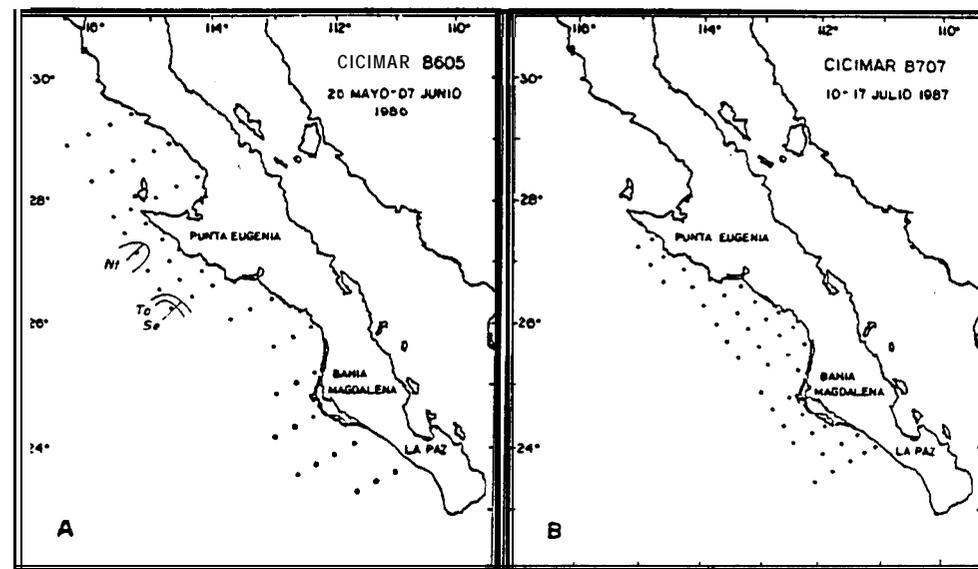
Fig. 40 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Stylocheiron longicorne* (Central-ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



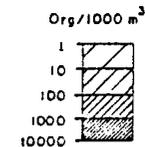
CENTRAL-ECUATORIAL
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



Thysanopoda astylata
Thysanopoda orientalis
Stylocheiron elongatum



CENTRAL-ECUATORIAL
JUVENILES Y ADULTOS



Thysanopoda astylata
Stylocheiron elongatum
Nematoscelis tenella

Fig. 41 Distribución y abundancia de las caliptopis y furciliás de *Thysanopoda astylata*, *T. orientalis* y *Stylocheiron elongatum* (Central-ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 42 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Thysanopoda astylata*, *S. elongatum* y *Nematoscelis tenella* (Central-ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

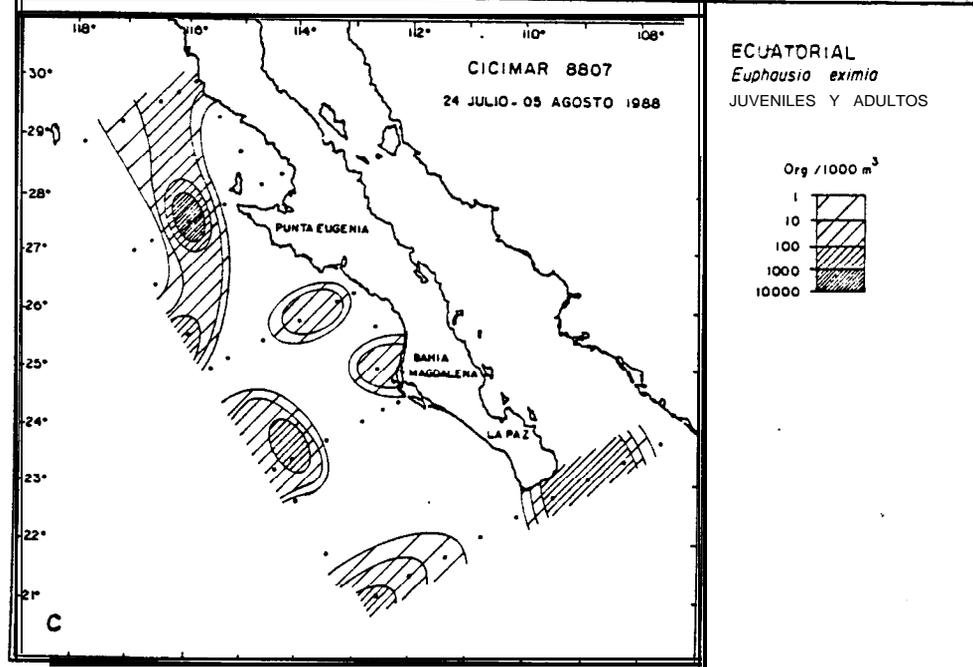
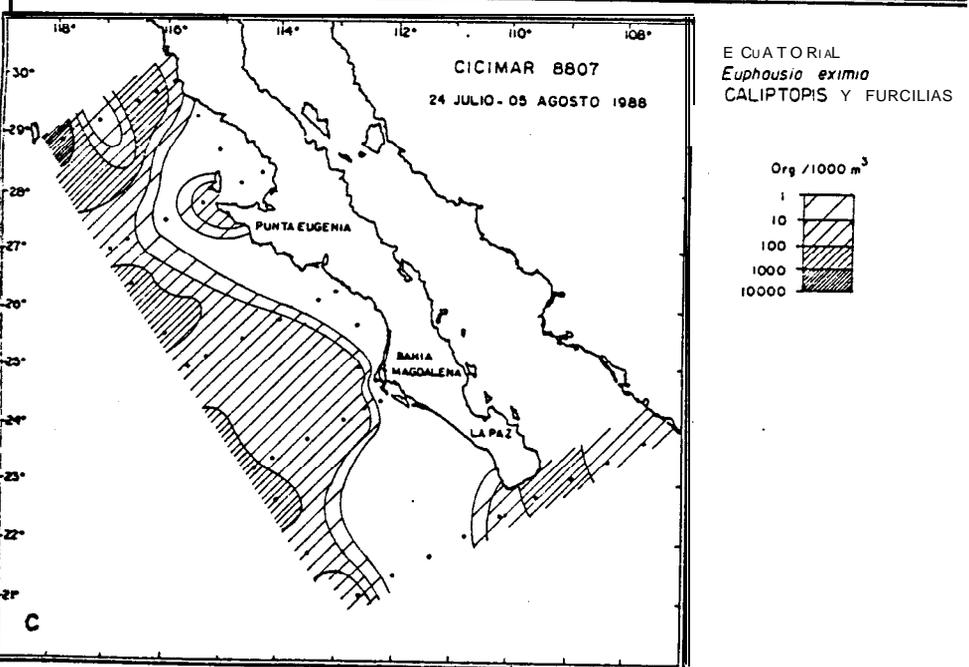
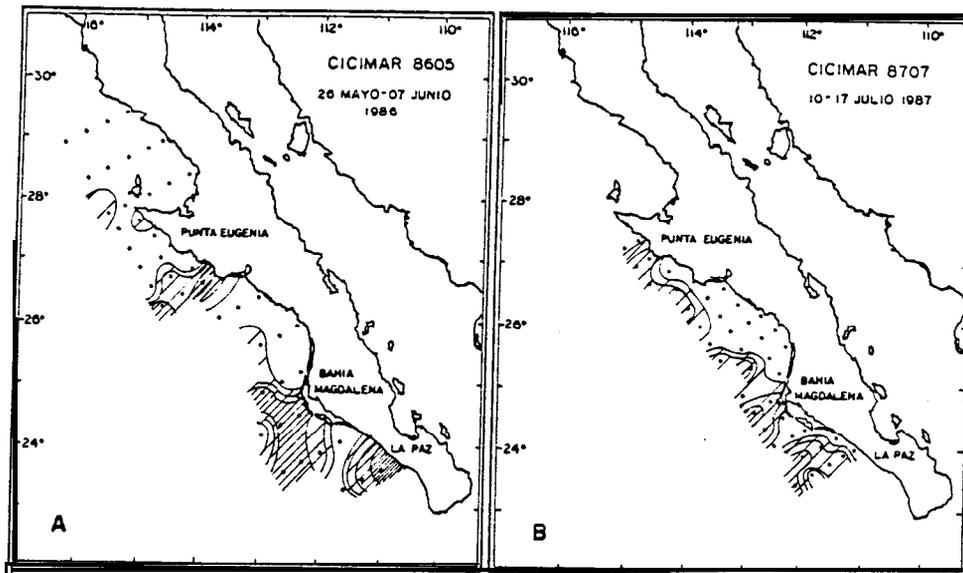
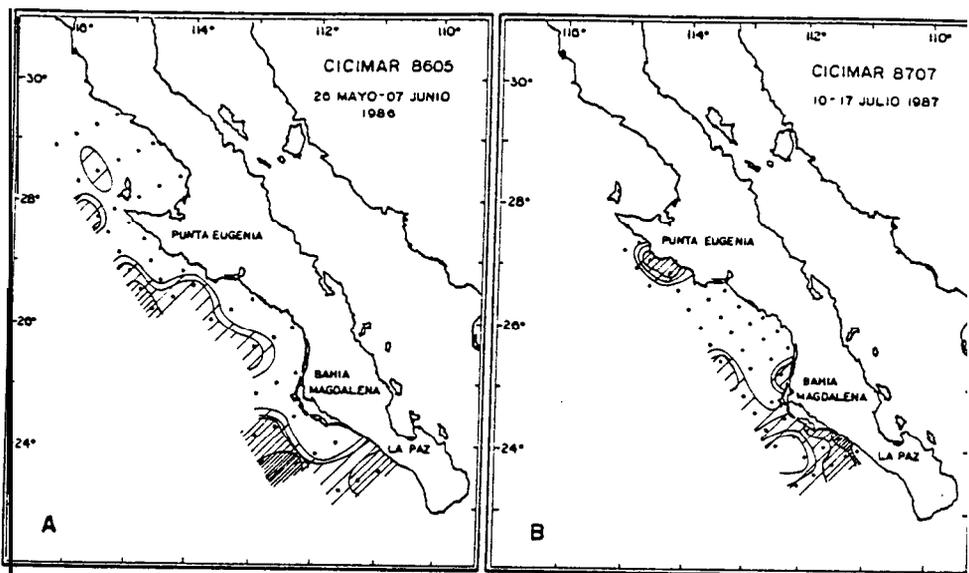
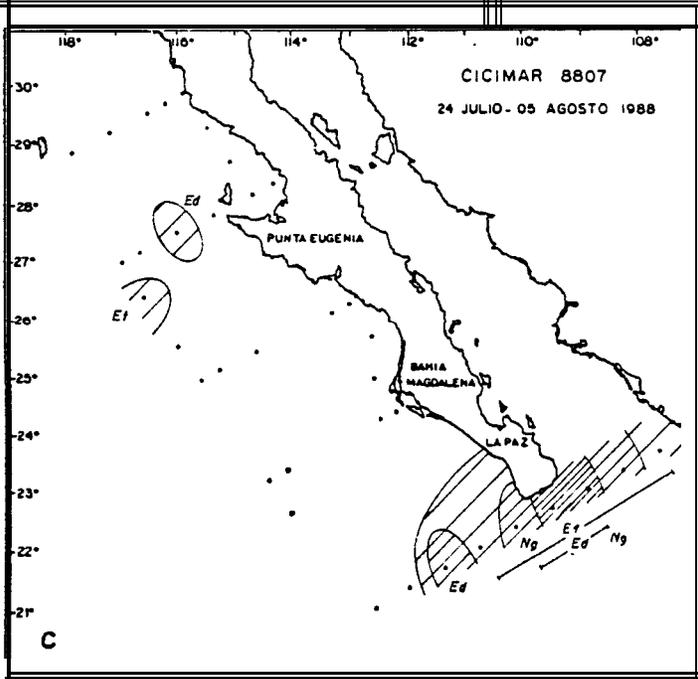
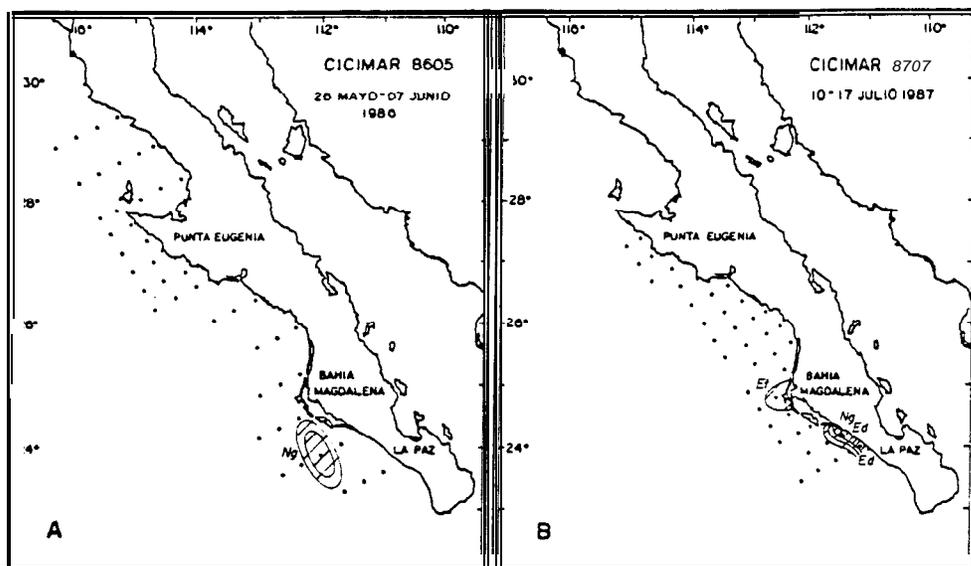
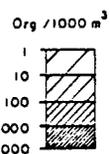


Fig. 43 Distribución y abundancia de las caliptopis y furcilia de *Euphausia eximia* (Ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

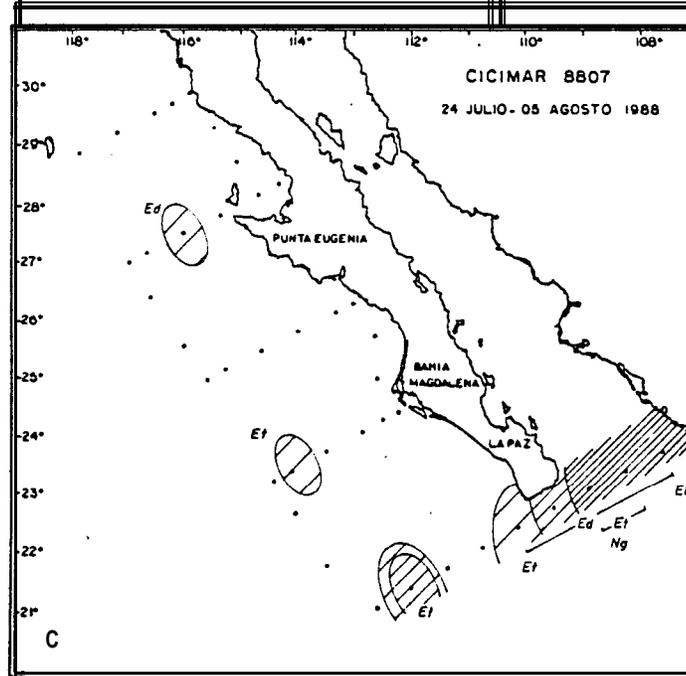
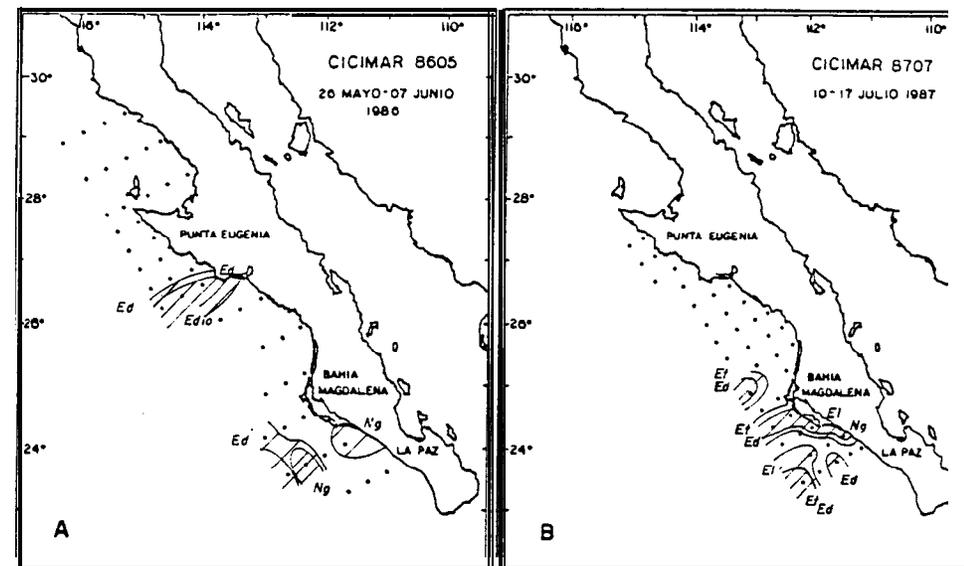
Fig. 44 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Euphausia eximia* (Ecuatorial) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).



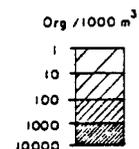
EQUATORIAL
CALIPTOPIS Y FURCILIAS



Euphausia distinquenda
Euphausia tenera
Nematocelis gracilis



EQUATORIAL
JUVENILES Y ADULTOS



Euphausia distinquenda
Euphausia tenera
Euphausia lamelligera
Euphausia diomedea
Nematocelis gracilis

Fig. 45 Distribución y abundancia de las caliptopis y furcilia de *Euphausia distinquenda*, *E. tenera* y *Nematocelis gracilis* (Ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 46 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Euphausia distinquenda*, *E. tenera*, *E. lamelligera*, *E. diomedea* y *Nematocelis gracilis* (Ecuatoriales) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

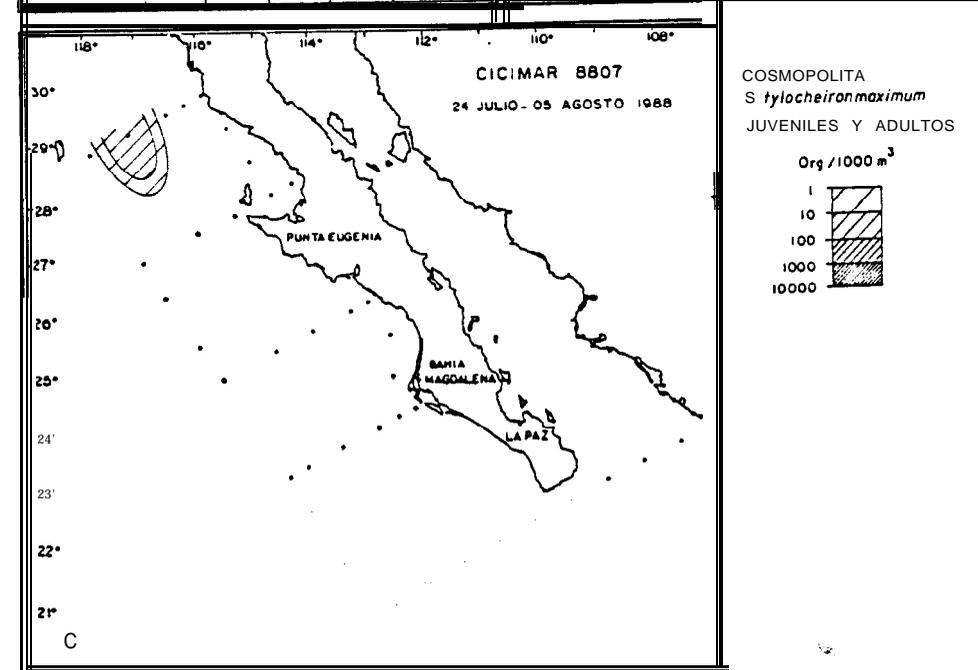
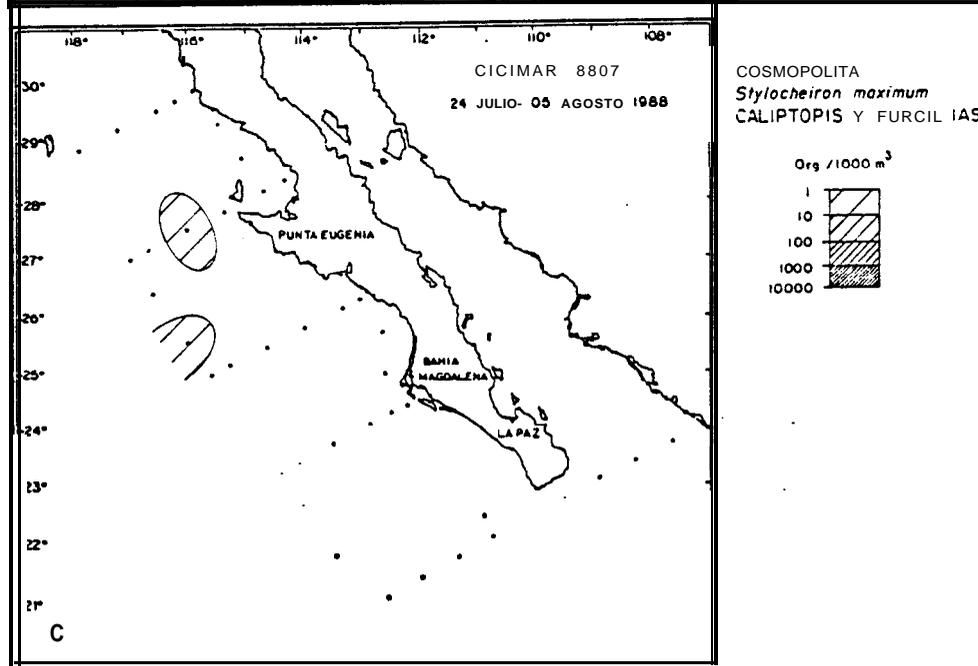
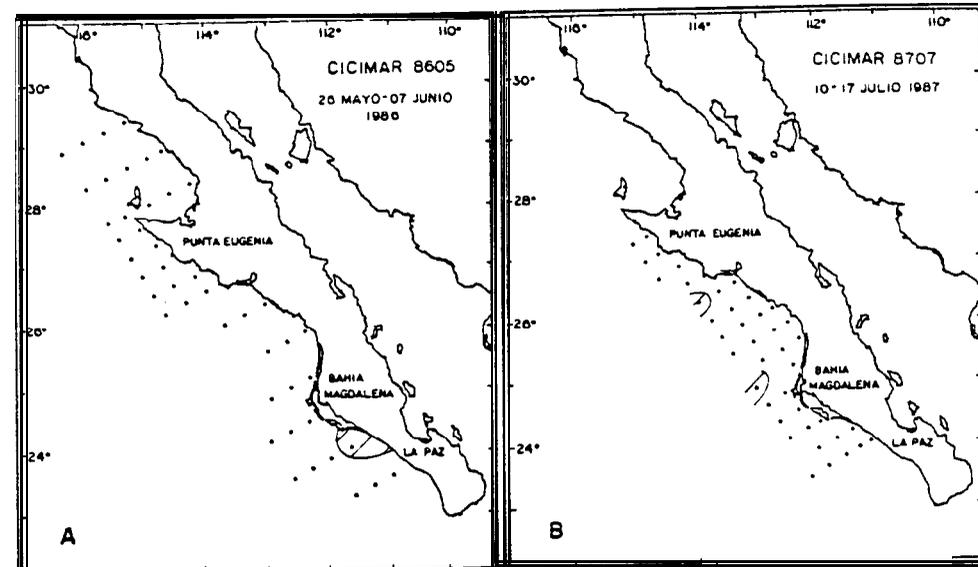
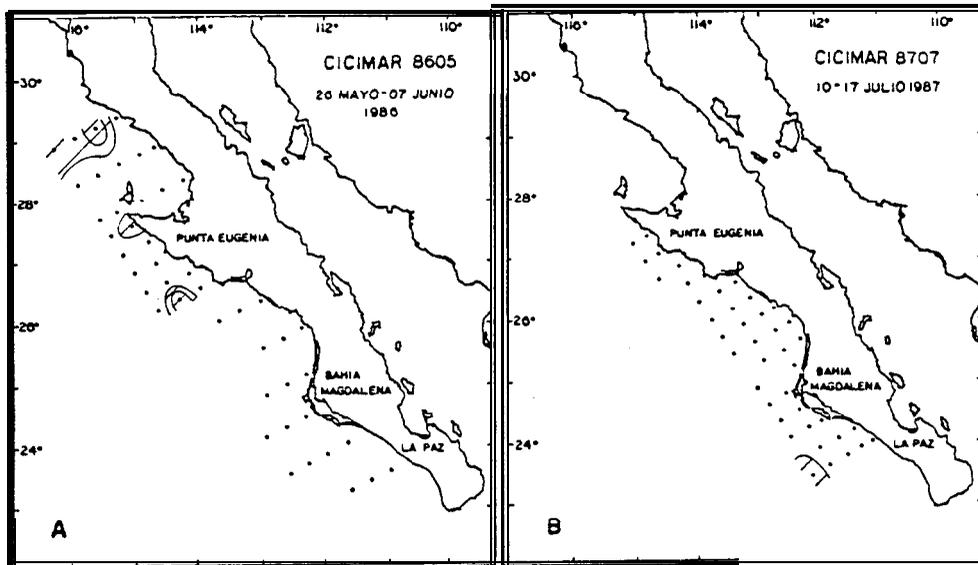


Fig. 47 Distribución y abundancia de las calyptopis y furciliae de *Stylocheiron maximum* (Cosmopolita) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

Fig. 48 Distribución y abundancia de los juveniles y adultos de *Stylocheiron maximum* (Cosmopolita) en mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

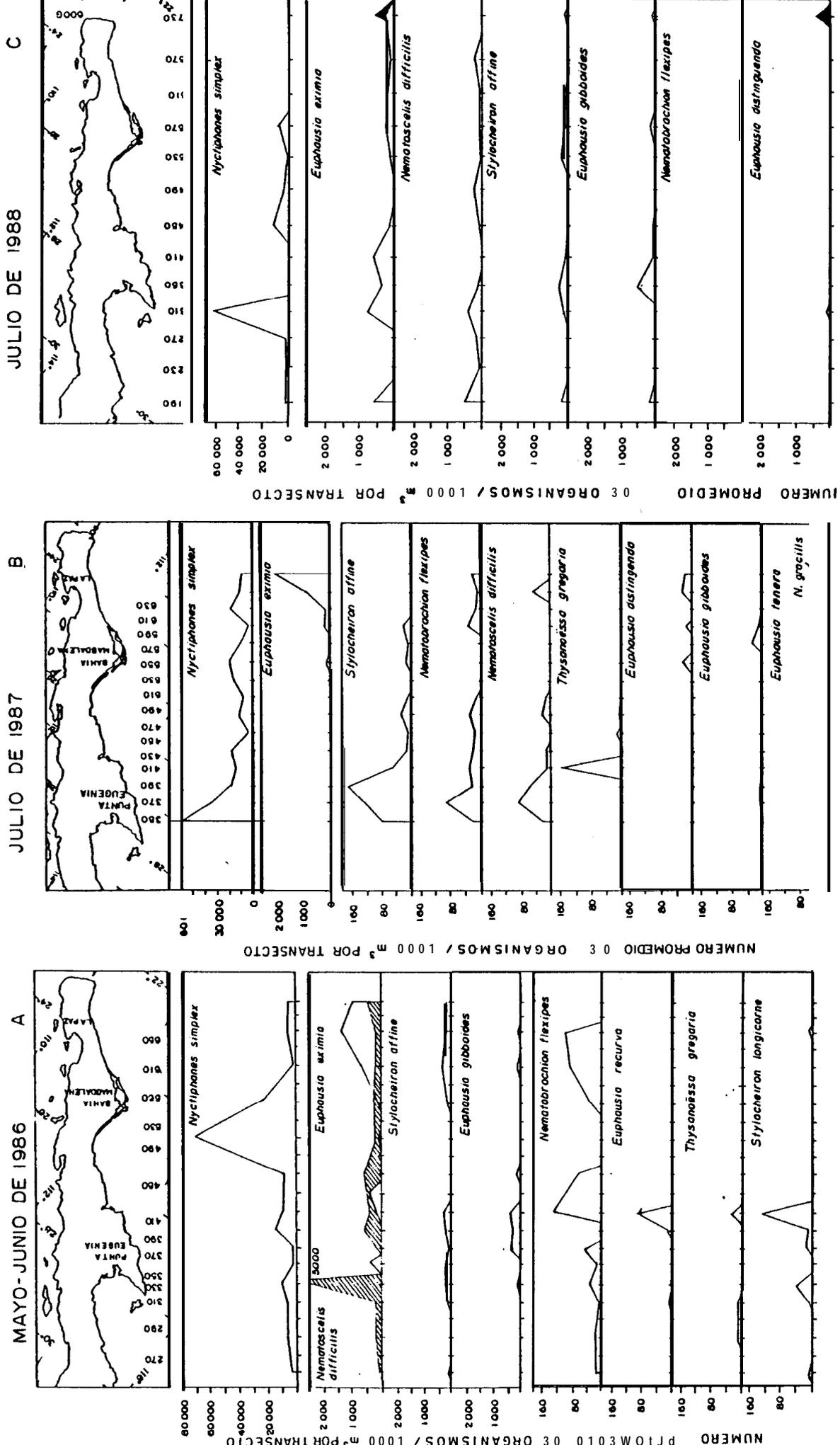


Fig. 49 Distribución latitudinal de las especies de eufáusidos más abundantes expresado en la abundancia promedio por transecto durante los meses de mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

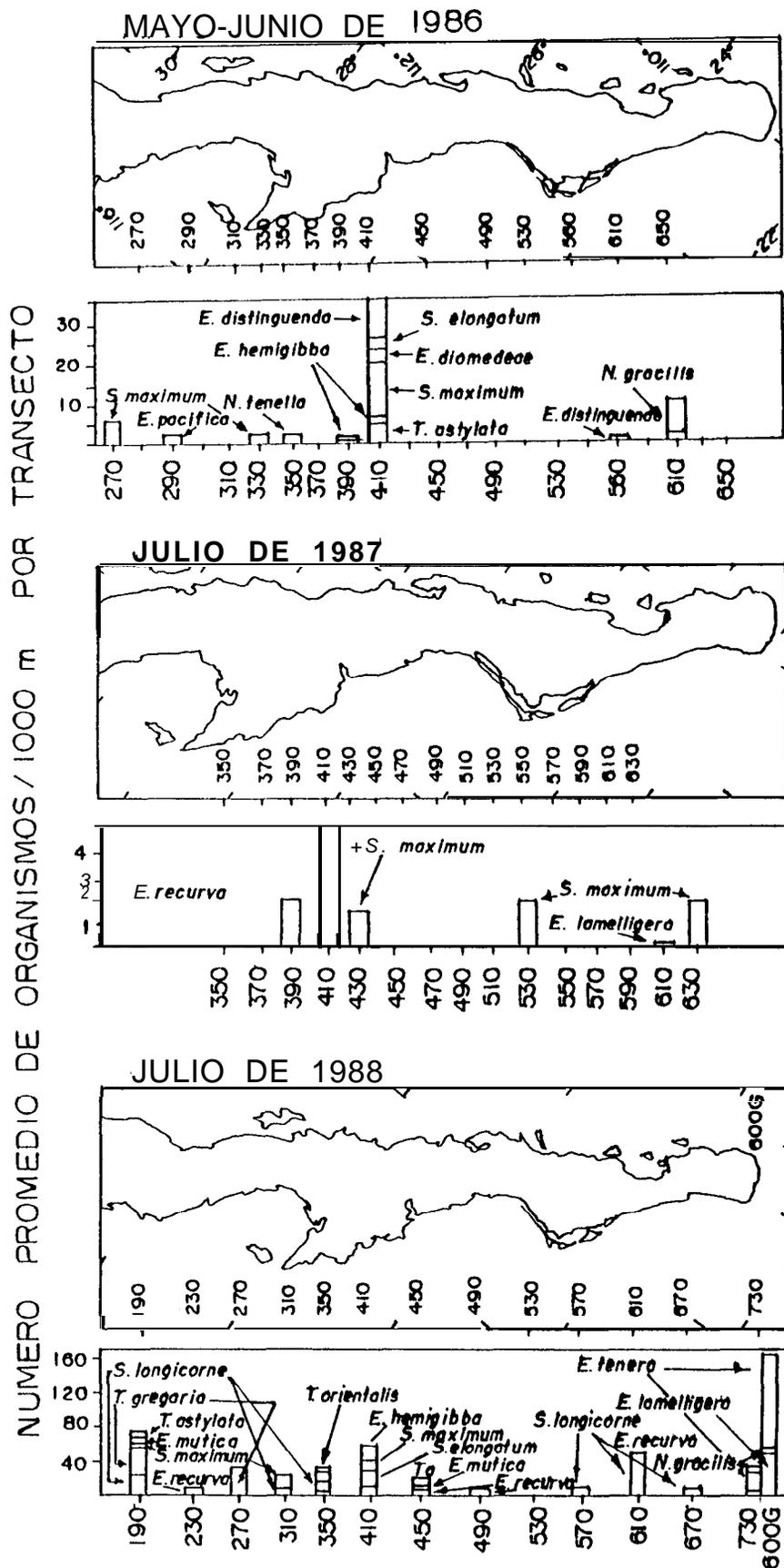


Fig. 50 Distribución latitudinal de las especies de eufáusidos poco frecuentes, expresado en la abundancia promedio por transecto durante los meses de mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b) y julio de 1988 (c).

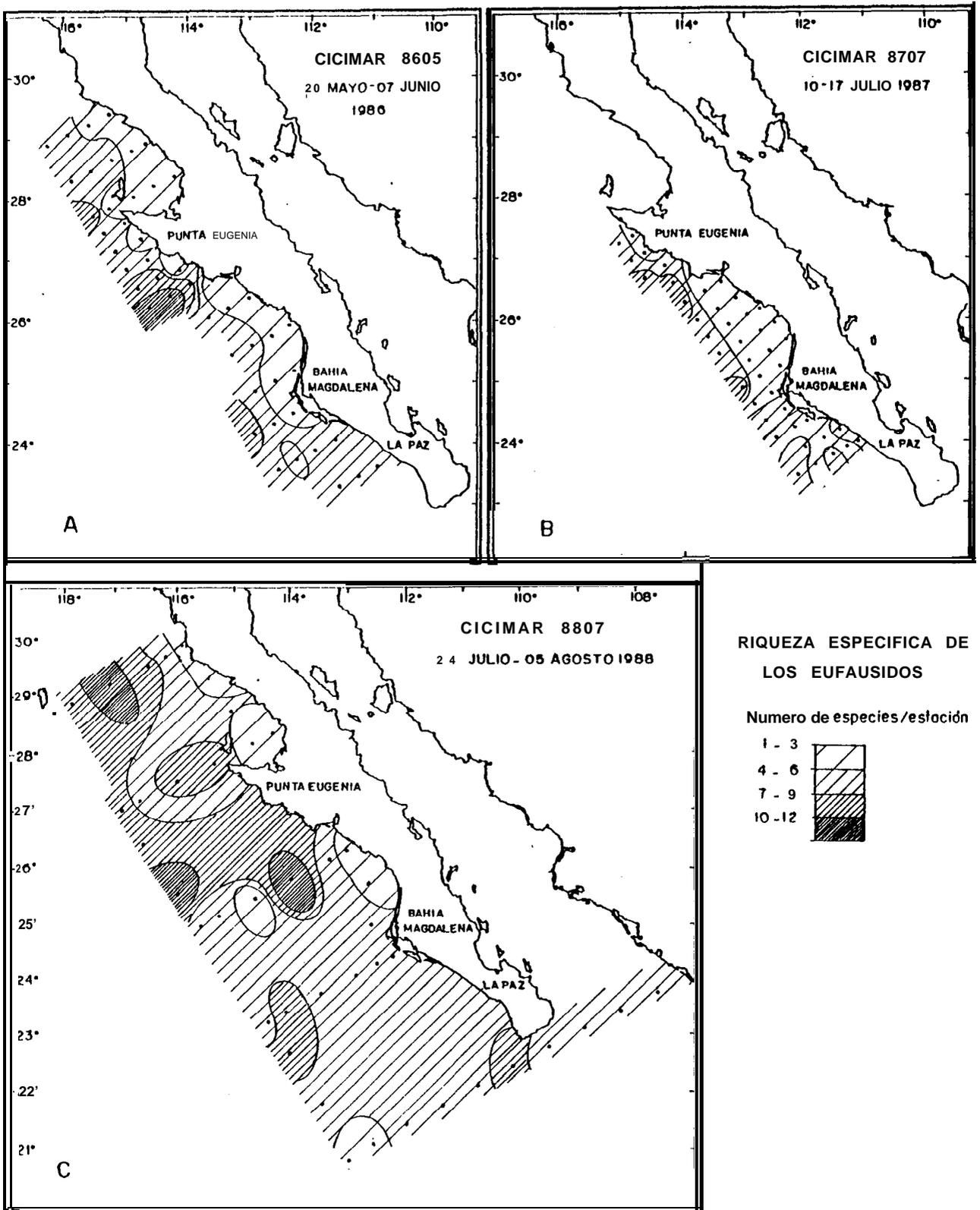


Fig. 51 Diversidad de los eufáusidos durante mayo de 1986 (a), julio de 1987 (b), julio de 1988 (c), expresado en número de especies por estación de muestreo.

III ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS EUFAUSIDOS

3.1 Especies de eufáusidos dominantes en distribución y abundancia

Con el fin de conocer las especies de eufáusidos que, en términos de distribución y abundancia, tienen una mayor dominancia dentro de éste grupo zooplanctónico, se realizaron gráficas de la abundancia total de cada especie y su frecuencia relativa de aparición para cada crucero (Fig. 52 a y b).

Cuadrante 1: El único eufáusido que se presentó consistentemente en este cuadrante como larva y postlarva fue *N. simplex*, indicando así, su alta abundancia y amplia distribución dentro del área de estudio presentando frecuencias de aparición cercanas a 1. Solamente otras dos especies estuvieron en este cuadrante, *N. difficilis* como postlarvas durante mayo de 1986 y *E. eximia* como larvas en julio de 1988 con frecuencias de aparición de 0.6 y 0.7 respectivamente.

Cuadrante II: En este cuadrante se encontró únicamente a las larvas de *E. eximia* presentando concentraciones elevadas, pero con baja frecuencia de aparición (0.35) durante mayo de 1986 y julio de 1987 indicando así, que éstas fueron dominantes en zonas específicas.

Cuadrante III: La mayor parte de las especies se presentaron en este cuadrante. Sobresalió un grupo compacto con abundancias bajas y frecuencia de aparición inferiores a 0.2, éstas fueron consideradas como especies raras de escaso aporte a la producción del ecosistema. En mayo de 1986 las larvas de *S. affine* y *E. gibboides* sobresalieron en abundancias del grupo compacto presentando frecuencias de 0.4 y 0.32 respectivamente; en julio de 1988 esta última especie también se salió del grupo por su abundancia. Cori relación a juveniles y adultos las especies *E. eximia*, *S. affine*, *N. difficilis* y *N. flexipes* fueron frecuentes (0.2 a 0.5) y con abundancias mayores que el resto de las especies de este cuadrante.

Cuadrante IV: las especies que presentaron una amplia distribución pero baja abundancia fueron *N. difficilis* y *S. affine* como larvas y *N. flexipes* y *S. affine* como juveniles y adultos.

Con estos resultados, las especies elegidas para el análisis de su estructura poblacional fueron: *N. simplex* (Transicional), *E. eximia* (Ecuatorial), *N. difficilis* (Transicional) y *N. flexipes* (Central-ecuatorial).

3.2 Estructura poblacional de *Nyctiphanes simplex*

Esta especie representó aproximadamente el 95 % del total de larvas y 82 % de los juveniles y adultos colectados, teniendo en general, una elevada abundancia y amplia distribución.

Su estructura poblacional presentó importantes variaciones espacio-temporales encontrándose tres estadios caliptopis (C 1, C2 y C3) y seis estadios furcilia que fueron identificados de acuerdo a las descripciones de Boden (1951). Con relación a los estadios postlarvales, se encontraron juveniles (J), hembras no fertilizadas (H), con ovocitos internos (HOI) y ovígeras (HO), así como machos con espermatóforo (MCE) y sin él (MSE) (tabla V).

Las variaciones temporales de la estructura poblacional y la distribución de tallas para cada crucero mostró, de manera general, ligeras modificaciones en la abundancia de los estadios, sin embargo, los estadios caliptopis y primeras furcillas mostraron las diferencias en abundancia más notables (Fig. 53).

Un criterio para conocer la localización e intensidad de la reproducción es mediante la abundancia relativa de caliptopis. En mayo de 1986 se observó la mayor producción de C3 con una abundancia promedio de aproximadamente 5500 **org/1000 m³**, para julio de 1987 el estadio C1 fue el estadio dominante con una abundancia promedio de 6000 **org/1000 m³** y en julio de 1988 las C3 nuevamente dominaron con cerca de 8000 **org/1000 m³**. Otro criterio para conocer la intensidad de la reproducción es basado en la abundancia de los adultos en estado reproductivo (HOI, HO y MCE). En los tres cruceros estos se presentaron con abundancia promedio de 50 a 700 **org/1000 m³**, de los cuales el mes de julio de 1987 fue el más importante. Tanto las caliptopis como los adultos en estado reproductivo indicaron que *N. simplex* se reproduce activamente durante la primavera y verano.

Para los tres cruceros se observó un incremento acelerado en las tallas de las caliptopis y los subestadios de FI, el incremento en tallas fue menor a lo largo de los subestadios de FII, III, IV, V y VI; a partir de los juveniles y adultos se detectaron incrementos pronunciados en la talla como efecto de una agrupación de individuos con diferente número de mudas y por consecuencia de edades diferentes. En general, los adultos en estado reproductivo fueron mayores que los no reproductivos, siendo más grandes los machos (16 mm). Las variaciones espaciales de la estructura poblacional mostraron diferencias notables de la abundancia promedio de cada estadio entre los tres cruceros, estas disimilitudes fueron menores con respecto a las tallas promedio de cada uno de estos (Fig. 54).

En mayo de 1986 la zona III (frente a Bahía Magdalena) fue donde se encontraron las mayores abundancias de caliptopis ($19,800 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$) (indicando el principal centro de eclosión), así como de las furciliias juveniles y adultos en estado no reproductivo. En las otras tres zonas la abundancia de todos los estadios, con excepción a las caliptopis, fue menor a $2000 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$. Con relación a los adultos en estado reproductivo estuvieron presentes únicamente en las zonas II y IV (Fig. 54).

En julio de 1987 los centros de eclosión aparecieron en las zonas II y IV donde tuvieron alta abundancia de caliptopis, en la primera (frente a Punta Eugenia) el estadio C1 tuvo una abundancia promedio de $6000 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$ y en la segunda (frente a Punta Márquez) las C2 tuvieron una abundancia de $5800 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$. En la zona II las furciliias, juveniles y adultos fueron abundante con valores que fluctuaron entre 3500 y $4000 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$, en esta zona fue donde se presentaron las mayores concentraciones de adultos en estado reproductivo para este mes (Fig. 54).

En julio de 1988, al igual que julio de 1987, las zonas II y IV fue donde se registraron las mayores abundancia de los estadios de desarrollo, sobresaliendo las C3 con una abundancia promedio de $22800 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$ indicando el principal centro de eclosión en este crucero, en estas dos zonas fueron donde se encontraron adultos en estado reproductivo. En las zonas I, V y VI se presentaron abundancias mínimas para todos los estadios, en estas dos últimas zonas la estructura poblacional fue simple con algunas caliptopis, furciliias y juveniles (Fig. 54).

De manera general, la estructura de tallas no varió considerablemente entre regiones de un mismo crucero, pero si existieron diferencias entre estos últimos; durante julio de 1988 se presentaron estadios de desarrollo comparativamente más grandes que en los otros meses, particularmente en los primeros estadios caliptopis y los adultos, para éstos últimos en este mes se registró la talla máxima de 12.61 mm para MCE, 10.36 mm para (HOI) y 11.31 mm para (HO) (tabla V).

3.2.1 Variación espacio-temporal en las formas dominantes de furciliias F(O), F(n), F(sn) y F(SN) de *Nyctiphanes simplex*.

De todas las especies de eufáusidos identificados en este estudio, *N. simplex* fue el único que presentó variaciones en el patrón de setación de pleópodos y reducción de espinas del telson; los estadios F(n) y F(sn) (SN) mostraron una amplia variabilidad en las formas larvales pasando a través de diferentes subestadios en el mismo estadio de desarrollo; se registraron 4 formas larvales F(n), 8 F(sn) y 4 (SN), de estas dos últimas categorías siete formas son nuevos registros (Fig. 55).

Comparando la abundancia porcentual de los subestadios de cada estadio, se observó que las furcillas F(n) en mayo de 1986 las formas (2') y (3') fueron dominantes; mientras que en julio de 1987 y 1988 estas fueron las formas F(0) y F(n) (1') (2'). Para el caso de las F(sn) y F(SN), las formas dominantes durante todos los cruceros fueron los mismos (3'1"), (2'2"), (3'2"), (2'3"), (1'4") con porcentajes por arriba del 10%, el resto de los subestadios fueron considerados como variaciones al patrón de desarrollo dominante. De los estadios furcilia avanzados (**F7tsp-F1tsp**) con excepción de **F(7tsp)** tuvieron dos subestadios cada uno, diferenciados únicamente por el número, de espinas en el telson. En el caso de las formas con 4 y 3 espinas; se subdividieron en dos grupos con base al segundo endópodo antenal (simple ó segmentado) que son los estadios FIV y V de Boden (1951). En los tres cruceros los subestadios con menor número de espinas en el telson fueron dominantes (Fig. 55).

La variación espacio-temporal de la abundancia relativa de las formas larvales F(0), F(n), F(sn), F(SN) se presenta en la Figura 56. De acuerdo con los criterios mencionados en la metodología, se definieron las secuencias de desarrollo dominantes y subdominantes para cada región y crucero; una vez definidas las secuencias de desarrollo se calculó el factor de crecimiento (FC) por zonas y cruceros (tabla VI).

De manera general, se distinguieron dos principales tendencias en las rutas de desarrollo: A) Rutas de desarrollo que iniciaron con formas larvales avanzadas (2') y (3'), caracterizadas por alcanzar la **setación** completa con pocas formas larvales y con factores de crecimiento relativamente altos; ocasionalmente estas rutas iniciaron con formas F(0). B) Rutas que iniciaron con la dominancia de formas poco desarrolladas F(0) y **F(1')**, pasando por un número relativamente alto de formas, éstas tuvieron factores de crecimiento bajos y en algunos ocasiones sin aparente crecimiento (tabla VI). En algunas regiones la diferencias consistieron principalmente en la proporción con la cual dominó una secuencia de desarrollo sobre la otra.

En 1986 la zona III dominaron de las formas larvales (2'), (2'2"), (3'2") y (1'4"), pudiendo inferir dos rutas de desarrollo igualmente dominantes (2'-3'2") y (2'-2'2"-1'4") ambas iniciaron con formas larvales avanzadas y con una diferenciación larval pronunciada indicada por los altos factores de crecimiento (1.16-1.3) y (1.07-1.2) respectivamente, concordando así con las características del grupo A.

Similares rutas de desarrollo fueron encontradas en la zona II durante los tres cruceros; en 1986 la ruta dominante fue (3'-2'3") con FC (1.13-1.24); en 1987 las secuencias fueron (3'-2'3") y (2'-2'2"-1'4") y FC (1.13-1.24) y (1.09-1.21) respectivamente y durante julio de 1988 dominó la ruta (0'-2'-2'2"-1'4") con FC (1.03-1.20). Para 1986 y 1988 la ruta subdominante inició con F(1') pero sus porcentajes fueron reducidos en comparación con la dominante. En éstas regiones fue donde se

registraron los principales centros de eclosión y toda la población tuvo sus mayores abundancias (Fig. 54)

En las dos zonas 1 (1986 y 1988) las rutas de desarrollo dominantes iniciaron con (2') y (3'), pero los porcentajes las rutas subdominantes, que iniciaron con la forma (1'), fueron solo ligeramente inferiores; éstas tuvieron secuencias de (1'-2' 1"-2'3") y (1'-3' 1"-1'4") con factores de crecimiento menores a las de tipo A (tabla VI); en ambas zonas la población de *N. simplex* fue muy reducida (Fig. 54).

Durante los tres cruceros en la zona IV, dominaron ó estuvieron codominando las formas que sugieren secuencias de desarrollo de tipo B sobre las de tipo A. En 1986 las formas (1') (1'3'') (4'1'') y (1'4'') fueron dominantes indicando dos posibles rutas (1'-1'3"-1'4'') y (1'-1"4'), ambas iniciaron con una forma poco desarrollada. La secuencia (1'-1'3"-1'4'') también fue dominante en las zonas III y IV de 1987 y fue codominante con una ruta tipo A en las zonas III y IV durante 1988 (Fig. 56). En estas zonas dominó significativamente la forma F(0) sugiriendo que el desarrollo inició con esta. Lo antes descrito indicó un **clinal** en los patrones de desarrollo en sentido latitudinal.

3.3 Estructura poblacional de *Euphausia eximia*.

Esta especie fue la segunda más abundante de los eufáusidos colectados, teniendo en general, una elevada abundancia pero en zonas localizadas. Se encontraron tres estadios caliptopis y seis estadios furcilia de acuerdo a lo reportado por Knight (1980); únicamente las furcillas III y IV tuvieron dos formas larvales cada una distinguidas por el número de espinas en el telson. Con respecto a los adultos se registraron hembras no fértiles (H), con espermatóforos (HE) y ovígeras internas (HOI), así como machos con y sin espermatóforo (MCE y MSE) (tabla VII).

La estructura poblacional tuvo modificaciones importantes en los tres cruceros, durante mayo de 1986 se encontró la mayor producción de caliptopis (150 **org/1000 m³**), así como de adultos particularmente MCE de los tres cruceros estudiados; las furcillas se mantuvieron con abundancias entre 50 y 120 **org/1000 m³**. Para julio de 1987 la principal modificación en la estructura poblacional fue la dominancia de los estadios FII y FIII con cerca de 300 **org/1000 m³**, la mayor parte de los estadios estuvieron por debajo de 60 **org/1000 m³**. En julio de 1988 con excepción de un subestadio FIII todos los estadios tuvieron concentraciones menores a 80 **org/1000 m³**, no se encontraron MCE (Fig. 57).

La longitud promedio de cada estadio tuvo ligeras variaciones entre los tres cruceros, las hembras y machos en estado no reproductivo son en longitud promedio semejantes, sin embargo, las hembras (HE y HOI) son de mayor tamaño en relación a los machos en estado reproductivo (MCE) (Fig. 57).

Las variaciones espaciales de la estructura poblacional mostraron diferencias notables de la abundancia promedio entre los tres cruceros. En los meses de mayo de 1986 y julio de 1987 las mayores abundancias se registraron en la zona más sureña (zona IV), en ella se encontró la población completa, siendo además, el principal centro de eclosión de la especie y donde se registró la mayor abundancia de adultos en estado reproductivo. En las otras tres regiones se encontraron con menor abundancia siendo mínima la población en las zonas 1 y III. Para julio de 1988 las zonas 1 y II tuvieron las mayores abundancias; sin embargo, la estructura poblacional estuvo compuesta principalmente por estadios larvales (caliplotis y juveniles), las zonas sureñas (IV, V y VI) tuvieron abundancias menores. En comparación con los otros dos meses tuvo una población menor de adultos reproductores (Fig. 58).

Con respecto a la longitud total promedio, se presentaron diferencias en los adultos, en mayo de 1986 y julio de 1987 éstos fueron de mayor talla que en la zona IV, especialmente las HE; en términos generales, las hembras de esta especie fueron mayores que los machos (Fig. 58).

3.4 Estructura poblacional de *Nemafoscelis difficilis*

El eufáusido N. *difficilis* fue muy abundante en áreas específicas, particularmente como adultos. Se encontraron los tres estadios caliplotis (C1, C2 y C3) y los tres estadios furcilia descritos por Gopalakrishnan (1973). En el caso de los estadios postlarvales registrados, estos fueron juveniles, hembras no fertilizadas (H), con espermatóforo adherido (HE) y ovíferas (HO); así como machos con (MCE) y sin espermatóforos (MSE) (tabla VIII).

La estructura poblacional varió entre los tres cruceros, en mayo de 1986 fue cuando se registraron todos los estadios de desarrollo y con mayor abundancia, la estructura poblacional estuvo compuesta principalmente por juveniles y adultos, siendo escasas las caliplotis y furcilia. En julio de 1987 únicamente se observaron furcilia con abundancias menores a $50 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$, la abundancia de adultos fue menor a la de mayo de 1986. Para julio de 1988, las caliplotis y furcilia tuvieron abundancias similares a mayo, pero los adultos fueron muy escasos ($> 10 \text{ org}/1000 \text{ m}^3$) (Fig. 59).

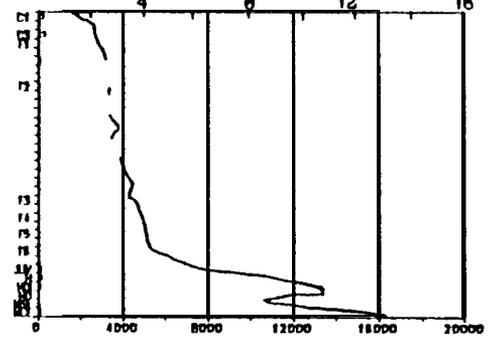
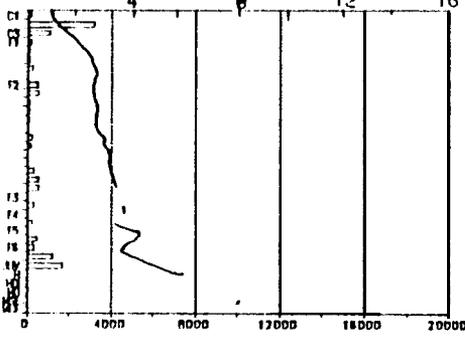
Analizando la estructura poblacional de N. *difficilis* por regiones se encontró que la población tuvo sus mayores abundancias en las zonas norteñas (1 y II) durante los tres cruceros. Solamente en la zona II durante mayo de 1986 se presentó una estructura poblacional completa, siendo esta la principal área de reproducción (Fig. 60). La longitud promedio de los diferentes estadios indicaron un crecimiento gradual para todos los estadios larvales; las hembras de esta especie fueron en promedio mayores que los machos.

MAYO DE 1986

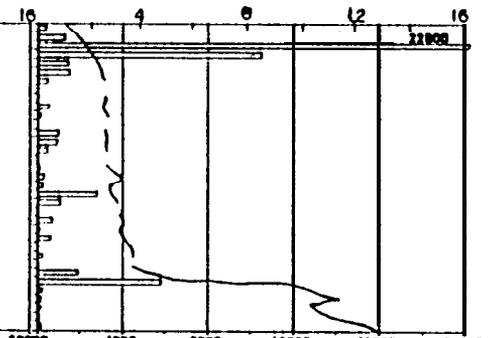
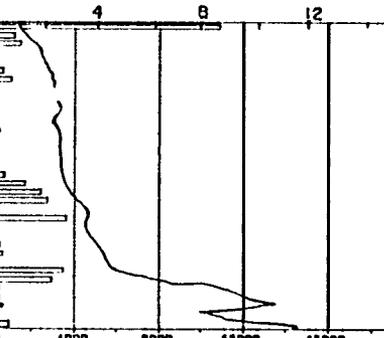
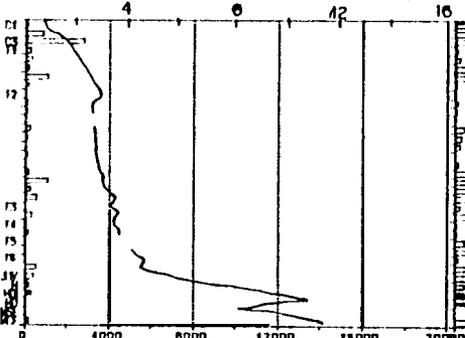
JULIO DE 1987

JULIO DE 1988

ZI

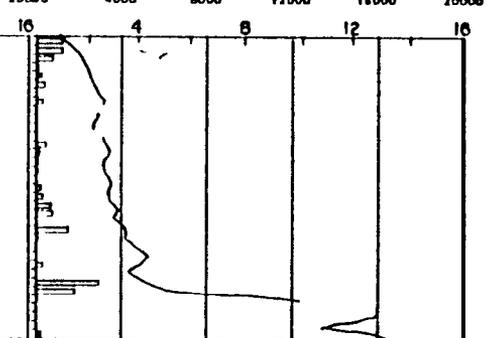
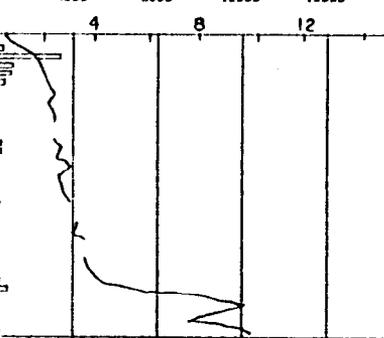
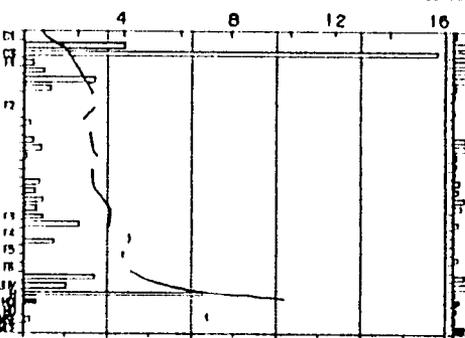


ZII

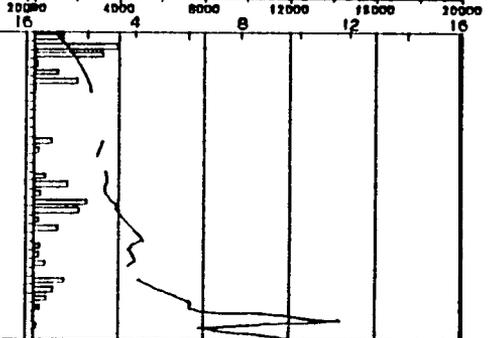
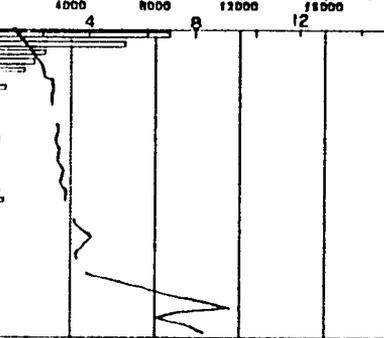
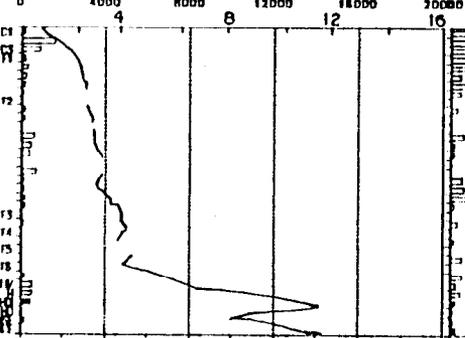


ZIII

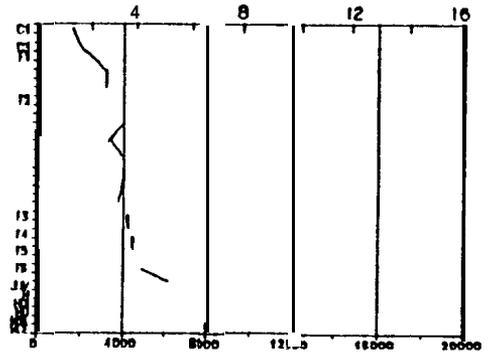
ESTADIOS



ZIV



ZV, VI



ADULTOS EN ESTADO REPRODUCTIVO

ABUNDANCIA PROMEDIO (ORG/1000m³)

Fig. 54 Estructura poblacional en abundancia (org/1000m³) y longitud promedio (mm) de *Nyctiphanes simplex* por regiones y cruces.

3.5 Estructura poblacional de *Nematobranchion flexipes*

El eufáusido *N. flexipes* fue escaso pero con amplia distribución. La estructura poblacional estuvo compuesta principalmente por juveniles y adultos encontrándose HE; HO y MCE; además fueron registrados tres estadios furcilia siguiendo los criterios propuestos por Brinton (1975) (tabla IX). Las larvas de *N. flexipes* son muy semejantes a las larvas de *Stylocheiron elongatum*; la principal diferencia consiste en que *N. flexipes* tiene fotóforos en el abdomen, posee una espina de cada lado del caparazón y tiene un proceso rostral. De acuerdo con Mauchline y Fisher (1969) y Brinton (1975) los estadios caliptopis y furcilia de esta especie no han sido descritos; la secuencia de pleópodos de las furcilias registrada en este trabajo fue de F1(0'7"), F2(2'3")7" y F3(0'5"), para éste último estadio todos los especímenes tenían maltratado el telson por lo que no se pudo determinar el número de espinas.

La estructura poblacional varió en los tres cruceros, en mayo de 1986 se encontraron F1(0)7" con baja abundancia; las mayores abundancias promedio de juveniles fueron 68 org/1000 m³, hembras (H y HE) con abundancias de 28 y 10 org/1000 m³ respectivamente y machos (MSE, MCE) con valores cercanos a 15 org/1000 m³. En julio de 1987 observaron juveniles y adultos con abundancias menores a 15 org/1000 m³, en esta temporada se encontraron algunas F2(2'3")7". Para julio de 1988, las furcilias F2(2'3")7", F3(0'5") y los juveniles fueron los estadios dominantes 17 a 32 org/1000 m³, los adultos tuvieron abundancias muy similares a julio de 1987 (Fig. 61). Analizando la estructura poblacional de esta especie en cada región se observó que los juveniles se encontraron en todas las regiones y cruceros. La población de adultos reproductores tuvo sus mayores abundancias en las zonas IV de los tres cruceros dominando los machos con espermatóforo (Fig. 62).

3.6 Relación de la estructura poblacional de *N. simplex*, *E. eximia*, *N. difficilis* y *N. flexipes* con la temperatura superficial.

La abundancia de las fases caliptopis, furcilias, juveniles y adultos de *N. simplex* de los tres cruceros con respecto a la temperatura superficial, mostró que la mayor parte de la población se encontró entre los 15 a 21 °C; sin embargo, se presentó un pico de abundancia de caliptopis y furcilias a los 27 °C (Fig. 63 a). Haciendo esta misma relación para *E. eximia se* observó un intervalo más amplio (19 a 27°C); pero las caliptopis juveniles y adultos se encontraron entre 19 y 24°C, mientras que los estadios furcilia se encontraron abundantemente desde los 19 a 27 °C (Fig. 63 b).

La distribución de la abundancia de todos los estadios de desarrollo de *N. difficilis* mostró un intervalo de temperaturas bajas (17 a 20°C) (Fig. 63 c). Para *N. flexipes* los juveniles y adultos estuvieron en temperaturas entre 15 y 25°C, los estadios furcilia

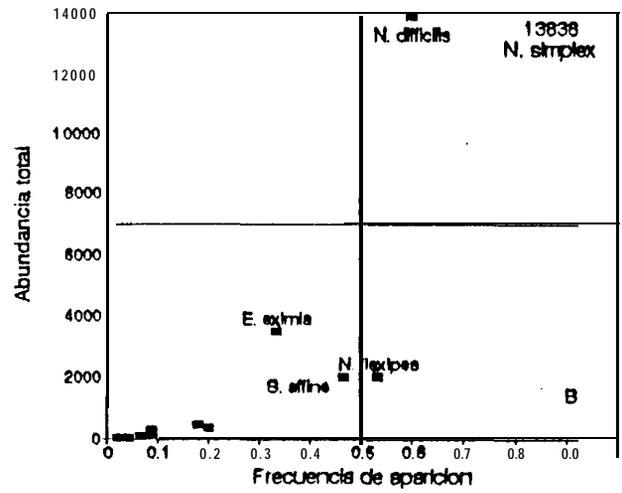
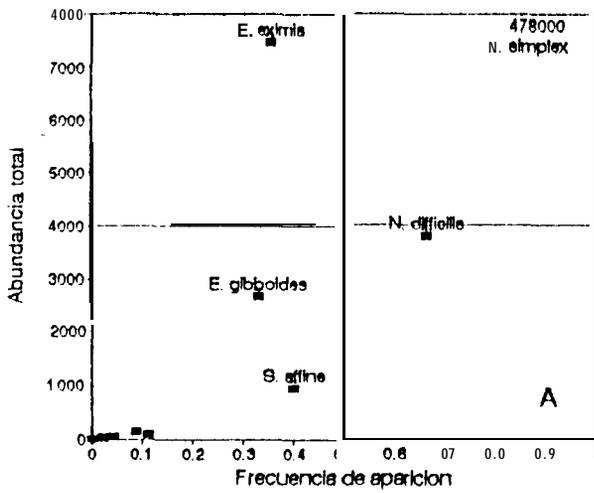
únicamente estuvieron entre 20 y 22 °C con mínima abundancia (Fig. 63 d).

3.7 Relación de la temperatura superficial (°C) con la reproducción de *N. simplex*, *E. eximia*, *N. difficilis* y *N. jlexipes*.

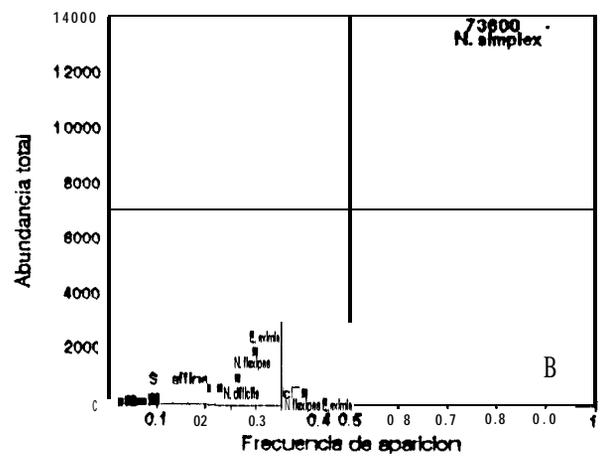
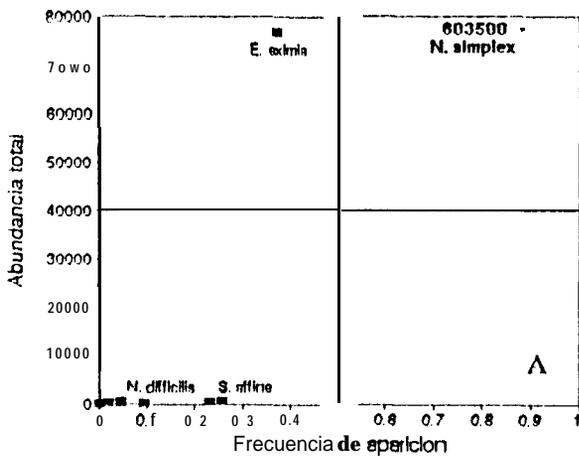
Comparando la abundancia de los estadios que podrían indicar una reproducción reciente (caliopsis y adultos en estado reproductivo) con la temperatura superficial para las cuatro especies, se observó que en mayo de 1986 la reproducción de *N. simplex* estuvo confinada a temperaturas entre 16 a 18°C con la mayor abundancia de caliopsis y HOI-HO a 19°C; para julio de 1987 la reproducción se llevó a cabo con menor intensidad pero en un intervalo de temperatura más amplio (15-27 °C), la mayor concentración de caliopsis fue a los 27°C, los adultos reproductores tuvieron su máximo a los 16°C para las HOI-HO y 18-20 °C para los MCE. En julio de 1988 la reproducción se efectuó entre 18 y 22 °C, siendo menos intensa que en los dos cruceros anteriores (Fig. 64 a). Haciendo esta misma relación para los estadios de *E. eximia* que indican la reproducción, éstos estuvieron entre (19 a 22 °C). La mayor proporción de estadios caliopsis y adultos en estado de reproducción se llevó a cabo en mayo de 1986 a temperaturas de 19 °C, en julio de 1987 la reproducción fue mínima y en 1988 únicamente fueron registradas caliopsis entre 21 y 24 °C (Fig. 64 b). Revisando los estadios indicadores de la reproducción de *N. difficilis* se observó que éstos tienen el mismo intervalo al encontrado para los demás estadios, sin embargo, éstos solamente se encontraron en mayo de 1986, ya que en los dos meses de julio fue poco importante su reproducción (Fig. 65 a). Con relación a los adultos de *N. jlexipes* no mostraron un patrón reproductivo bien definido para ninguno de los meses estudiados (Fig. 65 b).

3.8 Relación de la abundancia de larvas y postlarvas de *N. simplex* y *E. eximia* con la abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica.

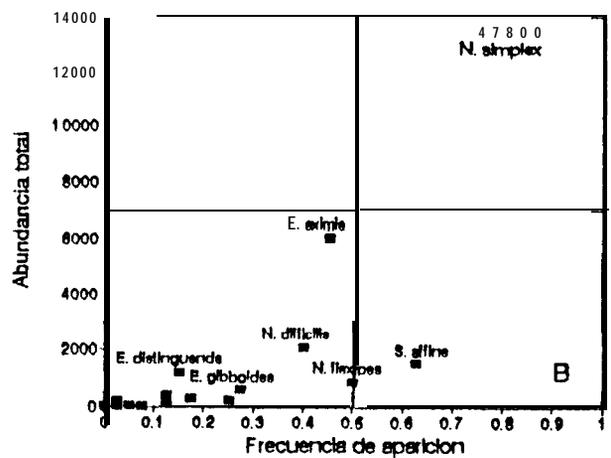
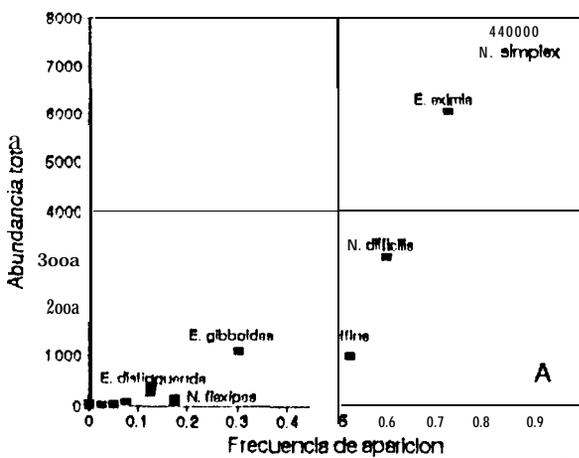
Gráficando la abundancia de larvas y postlarvas de *N. simplex* con respecto a la abundancia fitoplanctónica (cél/l) y la biomasa zooplanctónica (ml/1000 m³) se observó que, de manera general, las mayores abundancias (1001-10000 org/1000 m³) para ambos componentes se encontraron asociados con valores altos de abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica. Sin embargo, en el caso de las postlarvas esta relación se vio afectada por la biomasa que representaron los adultos en la biomasa total de las muestras (Fig. 66 a). Con relación a las larvas y postlarvas de *E. eximia*, se observó que la mayores abundancias de larvas (1001-10000 org/1000 m³) y postlarvas (101-1000 org/ 1000 m³) estuvieron asociadas generalmente a valores bajos de abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica. Sólo en dos estaciones que tuvieron abundancias de postlarvas relativamente bajas (11- 100 org/1000 m³) estuvieron asociadas con altas concentraciones de biomasa zooplanctónica (Fig. 66 b).



Mayo-Junio de 1986



Julio de 1987



Julio de 1988

Fig. 52 Agrupación de especies con base a la abundancia y la frecuencia de aparición en larvas (a), juveniles y adultos (b) para cada crucero.

Nyctiphanes simplex

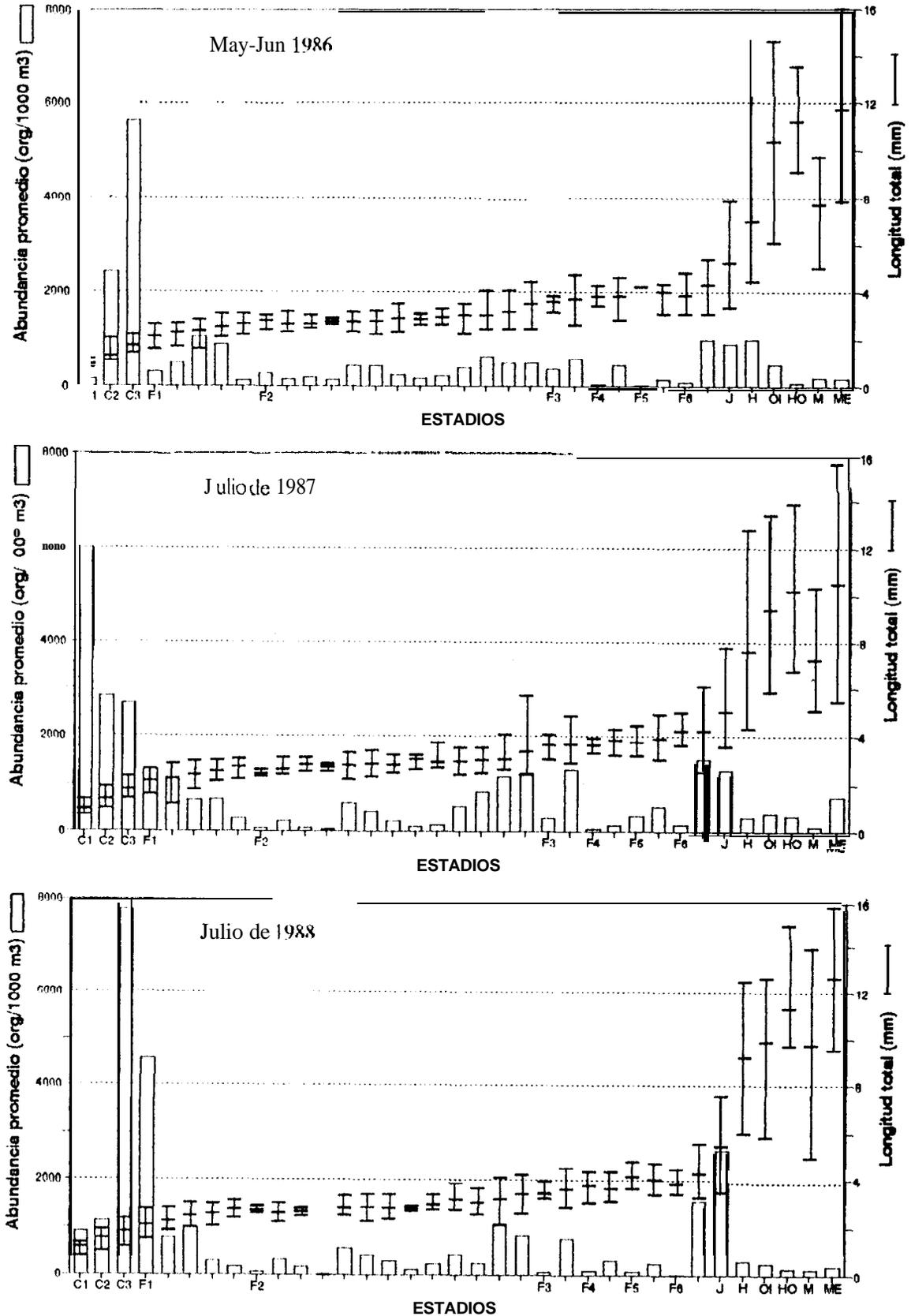


Fig. 53 Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de *Nyctiphanes simplex* por crucero.

FORMA	ESTADIO	BODEN (1951)	ESTE ESTUDIO	8605	8707	8807
				%	%	%
F(0)	F I		7	10.2	32.3	67.4
F(n)				17.1	27.4	11.7
				37.3	16.6	14.5
				31.4	17.3	4.1
				4.1	6.5	2.3
F(sn)	F II		7	6.3	1.0	1.1
				3.5	3.9	6.7
				4.1	1.2	3.4
				3.1	0.5	
				10.2	10.8	12.2
				10.3	7.6	8.8
				5.6	3.9	6.1
				3.8	1.7	2.2
F(SN)				4.8	2.2	4.5
				9.7	9.7	9.0
				15.2	15.0	4.8
				11.7	20.7	23.4
F(7tsp)				11.9	22.0	17.7
F(6tsp)	F III		6	37.6	16.9	7.8
F(5tsp)			5	62.4	83.1	92.2
F(4tsp)	F I V		4	7.8	26.4	22.8
F(3tsp)			3	92.2	73.6	77.2
F(4tsp)	F V		4	4.5	38.2	24.1
F(3tsp)			3	95.5	61.8	75.9
F(2tsp)	F VI		2	7.4	8.1	0.6
F(1tsp)			1	92.6	91.9	99.4

Fig. 55 Estadios y subestadios de las furcillas de *Nyctiphanes simplex* reportadas por Boden (1951) y en este estudio, mostrando la abundancia relativa por crucero.

Tabla V Longitud total promedio (mm), desviación estandar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de *Nyctiphanes simplex* durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988.

Estadios	Mayo-Junio de 1986			Julio de 1987			Julio de 1988		
	LT-prc	LT-s td	min-max	LT-prc	LT-s td	min-max	LT-pro	LT-std	min-max
C1	0.89	0.06	0.77-1.12	0.92	0.16	0.70-1.33	1.18	0.13	0.80-1.36
c 2	1.26	0.07	1.05-2.03	1.33	0.17	0.98-1.89	1.56	0.18	0.99 - 1.89
C3	1.70	0.10	1.40-2.17	1.76	0.34	1.40-2.31	1.80	0.24	1.17-2.35
F1(0'0")7"	2.10	0.15	1.54-2.58	2.08	0.16	1.54-2.59	2.06	0.24	1.48-2.73
F1(1'0")7"	2.26	0.17	1.68-2.66	2.22	0.17	1-19-2.80	2.26	0.16	1.85-2.80
F1(2'0")7"	2.33	0.18	1.61-2.80	2.35	0.12	1.75-2.94	2.46	0.14	1.98-3.01
F1(3'0")7"	2.52	0.13	2.10-3.08	2.51	0.17	2.10-2.94	2.54	0.19	2.04-2.97
F1(4'0")7"	2.65	0.14	2.17-3.08	2.70	0.22	2.16-3.01	2.73	0.15	2.38-3.08
F2(1'1")7"	2.76	0.24	2.38-3.01	2.43	0.10	2.3 1-2.59	2.69	0.03	2.60-2.87
F2(2'1")7"	2.65	0.13	2.31-3.15	2.60	0.16	2.38-3.08	2.59	0.14	2.22-3.01
F2(1'2")7"	2.64	0.12	2.45-3.01	2.77	0.17	2.52-3.08	2.64	0.10	2.45-2.78
F2(0'3")7"	2.71	0.00	2.59-2.87	2.69	0.10	2.52-2.80	0.00	0.00	
F2(3'1")7"	2.71	0.13	2.30-3.13	2.73	0.18	2.17-3.29	2.78	0.17	2.47-3.29
F2(2'2")7"	2.75	0.14	2.23-3.22	2.80	0.18	2.3 1-3.36	2.82	0.16	2.24-3.35
F2(1'3")7"	2.87	0.15	2.30-3.50	2.78	0.19	2.45-3.22	2.80	0.22	2.35-3.34
F2(0'4")7"	2.84	0.16	2.62-3.08	3.01	0.27	2.59-3.22	2.77	0.00	2.66-2.87
F2(4'1")7"	2.91	0.17	2.59-3.29	2.90	0.17	2.66-3.70	2.93	0.12	2.72-3.36
F2(3'2")7"	2.99	0.21	2.24-3.50	2.92	0.15	2.38-3.50	3.16	0.20	2.72-3.83
F2(2'3")7"	2.99	0.26	2.44-4.05	2.98	0.14	2.45-3.50	3.02	0.19	2.53-3.63
F2(1 '4")7"	3.17	0.20	2.44-4.05	3.02	44.13	2.59-4.05	3.17	0.23	2.10-4.05
F2(0'5")7"	3.50	0.28	2.44-4.40	3.35	0.31	2.37-5.66	3.38	0.30	2.60-4.19
F3(0'5")6"	3.56	0.26	3.14-3.84	3.63	0.35	3.01-4.05	3.41	0.22	3.22-3.91
F3(0'5")5"	3.70	0.36	2.59-4.75	3.65	0.33	2.87-4.82	3.59	0.29	2.84-4.47
F4(0'5")4"	3.83	0.24	3.43-4.26	3.61	0.26	3.29-3.91	3.73	0.43	3.03-4.33
F4(0'5")3"	3.80	0.40	2.80-4.61	3.82	0.25	3.22-4.26	3.63	0.30	3.09-4.33
F5(5'0")4"	4.19	0.00	4.19-4.19	3.73	0.44	3.15-4.40	4.11	0.43	3.63-4.75
F5(5'0")3"	3.98	0.25	3.08-4.33	3.89	0.38	3.01-4.89	4.02	0.37	3.40-4.68
F6(5'0")2"	3.85	0.50	3.08-4.82	4.20	0.35	3.63-4.96	3.84	0.32	3.43-4.45
F6(5'0")1"	4.30	0.40	3.07-5.38	4.20	0.51	2.50-6.08	4.28	0.37	3.27-5.52
IUV	5.25	0.59	3.35-7.84	5.00	0.53	3.54-7.76	5.41	0.54	3.46-7.55
H	6.97	0.79	4.46-14.92	7.59	1.97	4.31-12.76	9.19	1.42	6.00-12.46
HOI	10.36	1.51	6.08-14.61	9.38	1.45	5.84-13.38	9.88	2.09	5.84-12.61
HO	11.22	0.60	9.07-13.53	10.20	1.01	6.76 - 13.84	11.31	1.08	9.68-14.92
WSE	7.69	0.92	5.03-9.69	7.23	1.11	5.07-10.30	9.74	2.21	4.92-13.90
MCE	11.71	2.58	7.84-16.00	10.48	1.58	5.46 - 15.68	12.61	1.29	9.52-15.69

INSTITUTO MEXICANO DE
 CIENCIAS MARINAS
 I. P. N.
 BIBLIOTECA

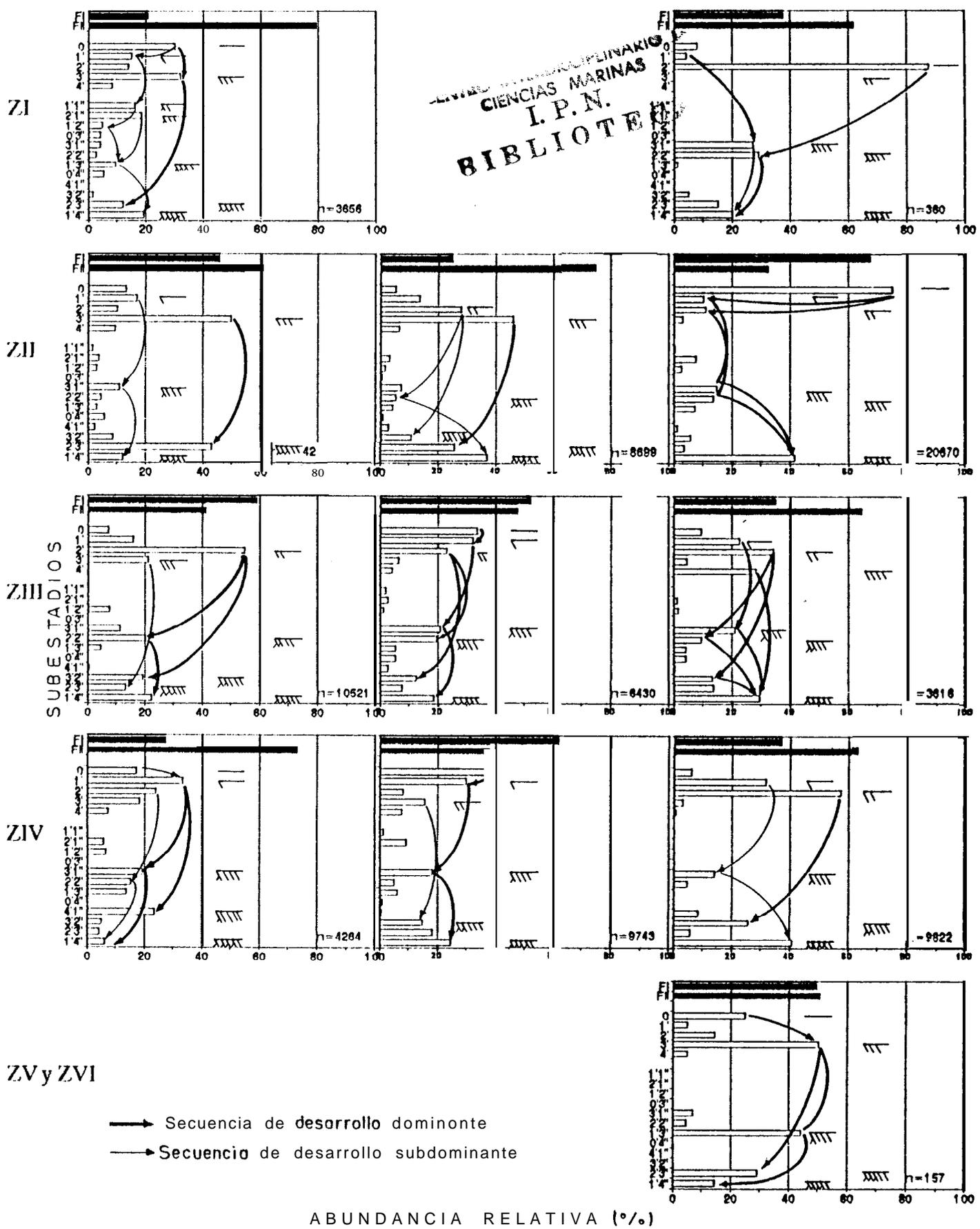


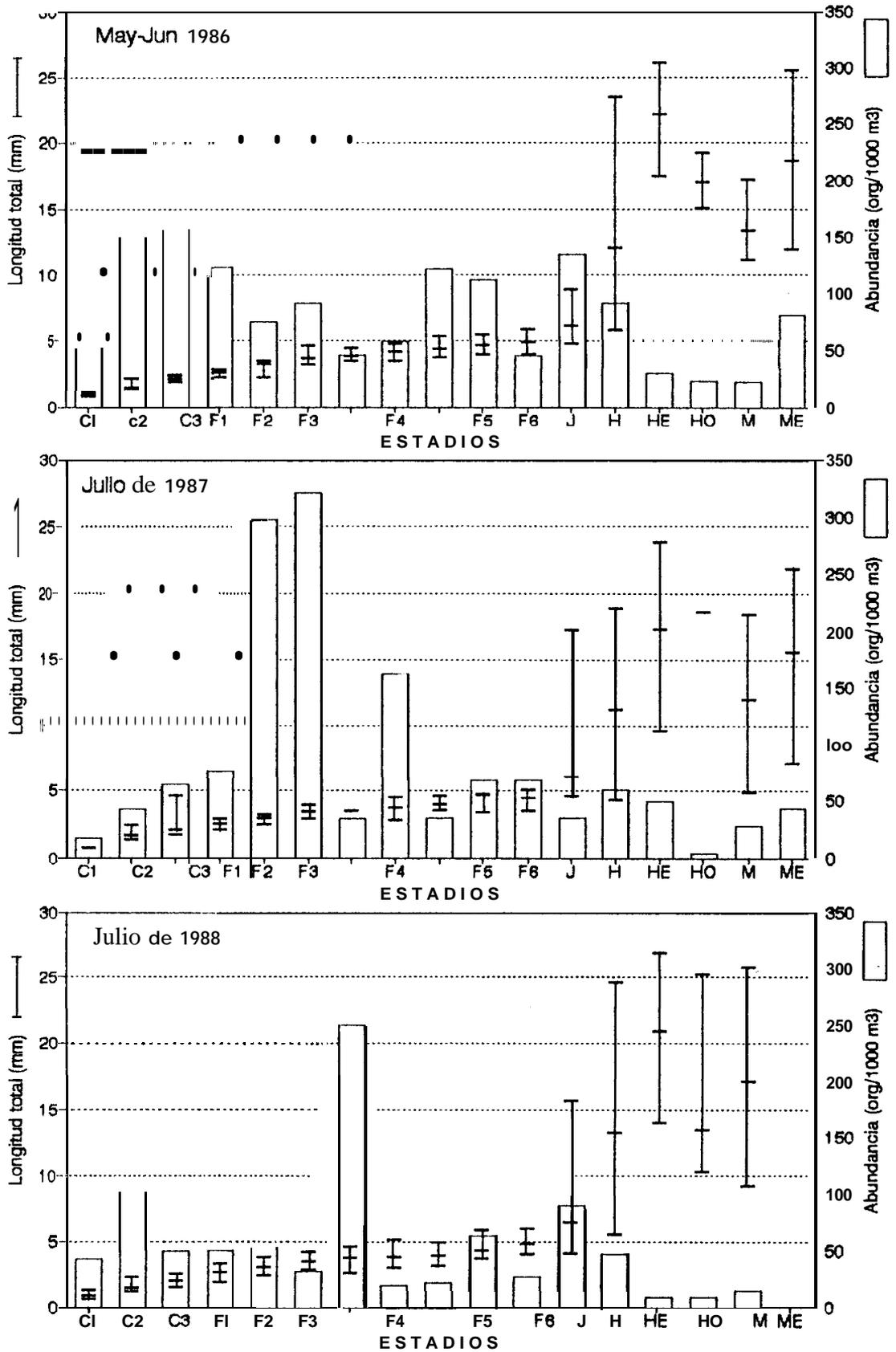
Fig.56 Variación espacio-temporal en las formas dominantes de furcillas F(O), F(n), F(sn) y F(SN) de *Nyctiphanes simplex*.

Tabla VI Longitud total (mm) y factor de crecimiento* de las formas larvales de *Nyctiphanes simplex* en las secuencias de desarrollo de pleópodos dominantes y subdominantes por regiones latitudinales y cruceros.

	Mayo de 1986				Julio de 1987				Julio de 1988				L	T	Fact		
	Dominante		Subdominante		Dominante		Subdominante		Dominante		Subdominante						
	Forma	LT	Fact	LI	Fact	Forma	LT	Fact	LT	Fact	Forma	LT				Fact	LT
ZI	0	2.1		2.1							0	2.3		2.3			
	1'			2.3	1.09						1'			2.3	1.00		
	3'	2.6	1.23								2'	2.5	1.08				
	2'1"			2.6	1.13						3'1"			2.7	1.17		
	1'3"			2.9	1.11						2'2"	3	1.20				
	2'3"	3.1	1.19								1'4"	3.3	1.10	3.3	2.20		
	1'4"			3.2	1.10						5"	3.5	1.06	3.5	1.06		
5"	3.5	1.12	3.5	1.09													
ZII	0	2.1		2.1		0	2.2		2.2		0	2		2			
	1'			2.3	1.09	2'			2.4	1.09	1'			2.2	1.10		
	3'	2.5	1.19			3'	2.5	1.13			2'	2.4	1.20				
	3'1"			2.7	1.17	2'2"			2.9	2.21	3'1"			2.6	1.18		
	2'3"	3.1	1.24			2'3"	3.1	1.24			2'2"	2.8	1.16				
	1'4"			3.1	1.14	1'4"			3.1	1.06	1'4"	3	1.07	3	1.15		
	5"	3.6	1.16	3.6	1.16	5"	3.5	1.13	3.5	1.13	5"	3.1	1.03	3.1	1.03		
ZIII						0	2.1		2.1		0	2.1		2.1		2.1	
						1'	2.2	1.04			1'					2.3	1.09
	2'	2.3		2.3		2			2.3	1.09	2	2.5	1.19				
	2'2"	3	1.3	2.7	1.17	3'1"	2.7	1.22			3'			2.5	1.19		
	2'3"					2'2"			2.8	1.21	3'1"					2.8	1.21
	1'4"			2.9	1.07	1'4"	3.2	1.18	3.2	1.14	3'2"	3.1	1.24				
	5"	3.5	1.16	3.5	1.2	5"	3.4	1.06	3.4	1.06	2'3"			3.1	1.24		
										1'4"					3.1	1.10	
										5"	3.5	1.12	3.5	1.12	3.5	1.12	
ZIV	0	2.1		2.1		0	2		2		0	2.1		2.1			
	1'	2.2	1.04	2.2	1.05	1'	2.2	1.10			1'			2.2	1.04		
	3'1"	2.7	1.22			2'			2.3	1.15	2'	2.4	1.14				
	4'1"			3.2	1.45	3'1"	2.6	1.18			3'1"			2.9	1.31		
	1'4"	3.2	1.18			4'1"	3	1.15			3'2"	3	1.25				
	5"	3.4	1.06	3.4	1.06	3'2"			2.8	1.21	1'4"			3.5	1.20		
						5"	3	1.00	3	1.07	5"	3.5	1.16				
ZV y VI											0	1.8		1.8			
											3'	2.5	1.38	2.5	1.38		
											1'3"	2.8	1.12				
											2'3"			3.2	1.28		
											1'4"	3	1.07				
										5"	Ausente						

*Factor de crecimiento expresado como la longitud del estadio dividido entre la longitud promedio en el estadio previo

Euphausia eximia



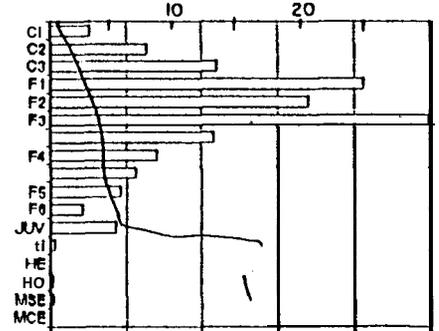
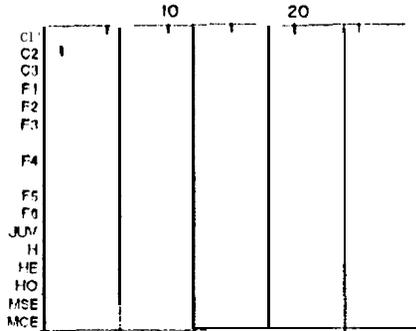
, Fig. 57 Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de *Euphausia eximia* por crucero.

MAYO DE 1986

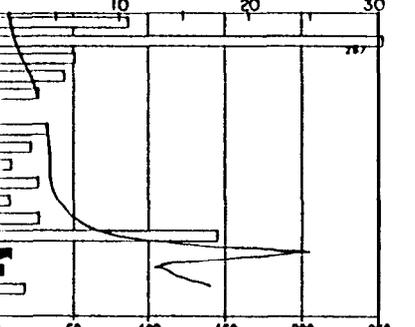
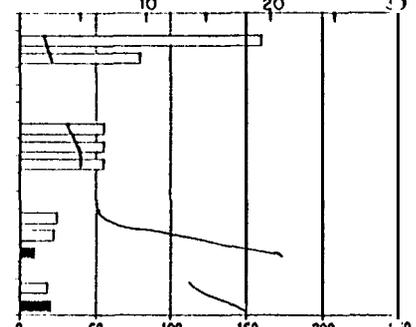
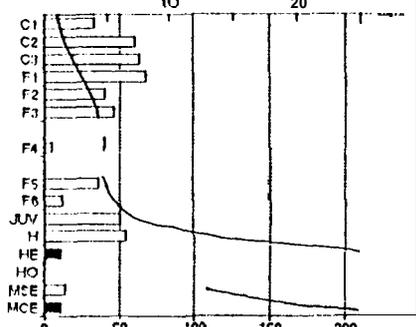
JULIO DE 1987
LONGITUD TOTAL PROMEDIO (mm)

JULIO DE 1988

ZI

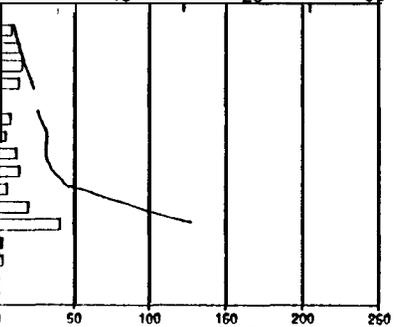
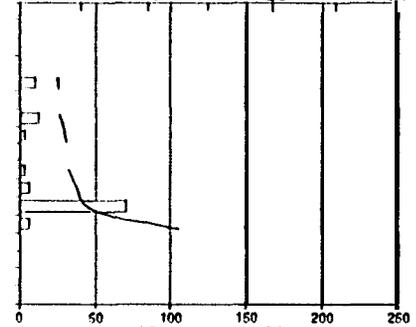
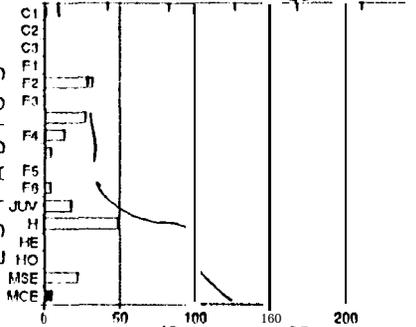


ZII

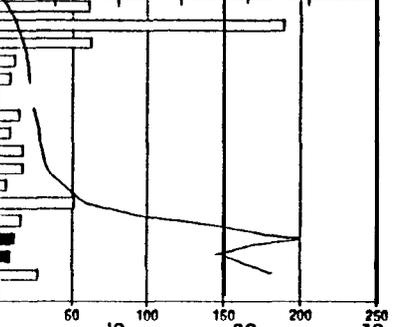
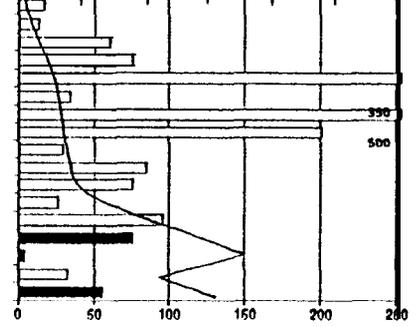
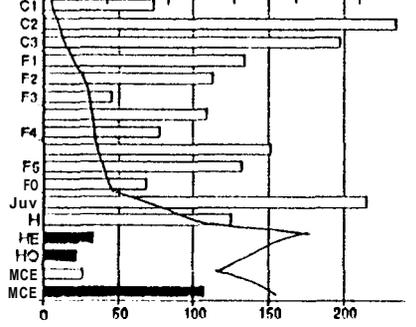


ZIII

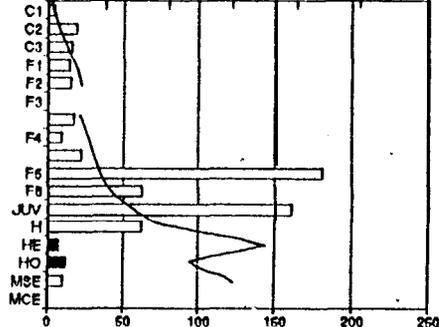
ESTADIOS



ZIV



ZV y VI



ADULTOS EN ESTADO REPRODUCTIVO

ABUNDANCIA PROMEDIO (ORG/1000m³)

Fig. 58 Estructura poblacional en abundancia (org/1000m³) y longitud promedio (mm) de *Euphausia eximia* por regiones y crucesos.

Tabla VII Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de *Euphausia eximia* durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988.

Estadios	Mayo-junio de 1986			Julio de 1987			Julio de 1988		
	T-pron	LT-std	min-max	T-pron	LT-std	min-max	T-pron	LT-std	min-max
C1	0.88	0.07	0.77-1.05	0.77		0.77-0.77	0.92	0.16	0.62-1.36
C2	1.47	0.09	1.33-2.10	1.68	0.39	1.39-2.45	1.48	0.12	1.19-2.28
C3	2.08	0.10	1.89-2.38	2.08	0.05	1.74-4.61	2.06	0.18	1.54-2.59
F1(1'0'')7'''	2.62	0.08	2.24-2.86	2.56	0.20	2.10-2.94	2.67	0.20	1.96-3.33
F2(4'1'')7'''	3.21	0.15	2.24-3.50	2.99	0.14	2.52-3.29	3.09	0.20	2.45-3.83
F3(5'0'')6'''	3.76	0.43	3.22-4.61	3.45	0.16	2.94-3.91	3.50	0.32	2.87-4.20
F3(5'0'')7'''	3.88	0.06	3.50-4.47	3.50		3.50-3.50	3.84	0.00	2.71-4.64
F4(5'0'')3'''	4.20	0.37	3.50-4.75	3.75	0.24	2.79-4.54	3.90	0.34	3.08-5.13
F4(5'0'')1'''	4.41	0.31	3.77-5.45	4.01	0.27	3.56-4.61	3.96	0.29	3.22-4.94
F5(5'0'')1'''	4.69	0.24	3.98-5.52	4.73	1.82	3.43-4.75	4.35	0.31	3.77-5.87
F6(5'0'')1'''	4.93	0.61	3.98-5.94	4.50	0.40	3.50-5.10	4.82	0.39	4.05-6.01
JUVENIL	6.19	0.80	4.75-8.92	6.07	0.75	4.61-17.23	6.53	1.90	4.15-15.69
H	12.05	2.12	5.84-23.53	11.24	3.31	4.31-18.90	13.23	4.47	5.53-24.60
HE	22.20	2.68	17.53-26.14	17.32	3.95	9.57-23.83	20.91	4.19	13.99-26.91
HOI	17.07		15.07-19.23	18.61		18.61-18.61	13.46	2.21	10.30-25.22
MSE	13.39	0.70	11.07-17.22	11.99	3.93	4.89-18.46	17.11	4.06	9.22-25.83
MCE	18.65	3.44	11.99-25.53	15.58	3.23	7.13-21.83			

Tabla VIII Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de *Nematoscelis difficilis* durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988.

Estadios	Mayo-Junio de 1986			Julio de 1987			Julio de 1988		
	LT-pro	LT-std	min-max	LT-pro	LT-std	min-max	LT-pro	LT-std	min-max
C1	1.14	0.03	1.12-1.19				1.38		1.30-1.48
C2	1.59	0.13	1.18-1.89				1.67	0.29	1.61-2.10
C3	2.14	0.13	1.68-2.38				2.29	0.04	2.10-2.58
F1(2'0'')7'''	2.63	0.11	2.24-2.94	2.63	0.17	2.45-2.87	2.79	0.25	2.29-3.70
F2(2'3'')7'''	3.05	0.12	2.45-3.42	3.00	0.26	2.52-3.22	3.04	0.20	2.72-3.63
F3(0'5'')5'''	3.18	0.24	2.37-3.98	3.04	0.17	2.80-3.29	3.05	0.38	2.38-4.19
JUVENIL	4.75	1.35	2.73-10.76	4.16	0.71	3.35-5.38	4.08	0.70	2.58-8.52
H	10.00	4.29	4.31-22.76	7.26	1.42	4.68-9.68	8.11	1.04	4.94-12.05
HE	18.92		16.61-21.22	6.61		6.61-6.61			
HO	15.46	5.70	7.54-22.30				23.56		22.64-24.47
MSE	8.58	2.80	4.68-14.61	7.11	0.67	6.00-12.30	7.16		6.92-7.41
MCE	10.90	4.91	7.69-18.61				9.86		9.86-9.86

Tabla IX Longitud total promedio (mm), desviación estándar, longitud total mínima y máxima de los estadios de desarrollo de *Nematobrachion flexipes* durante mayo de 1986, julio de 1987 y julio de 1988.

Estadios	Mayo-Junio de 1986			Julio de 1987			Julio de 1988		
	T-pron	LT-std	min-max	T-pron	LT-std	min-max	T-pron	LT-std	min-max
C1									
C2									
C3									
F1(0'0'')7'''	4.54		4.54-4.54						
F2(2'3'')7'''				4.05		4.05-4.05	3.78		3.09-4.02
F3(0'5'')7'''							3.54	0.97	1.95-4.89
JUV	5.76	1.45	3.77-12.00	6.40	1.22	3.99-9.22	6.61	1.41	3.53-11.38
H	13.78	3.13	8.46-23.07	13.64	4.06	7.38-22.61	12.62	6.37	4.12-24.60
HE	23.07	0.46	22.60-23.53	21.30	0.54	20.76-21.84	23.92	0.69	23.23-24.61
HO				11.38		11.38-11.38			
MSE	14.56	3.44	9.90-21.22	14.68	0.49	14.30-15.53	15.14	0.31	14.76-15.99
MCE	21.07		21.07-21.07	17.57	0.04	16.15-18.92	21.48	1.46	19.69-23.84

Nematosceis difficilis

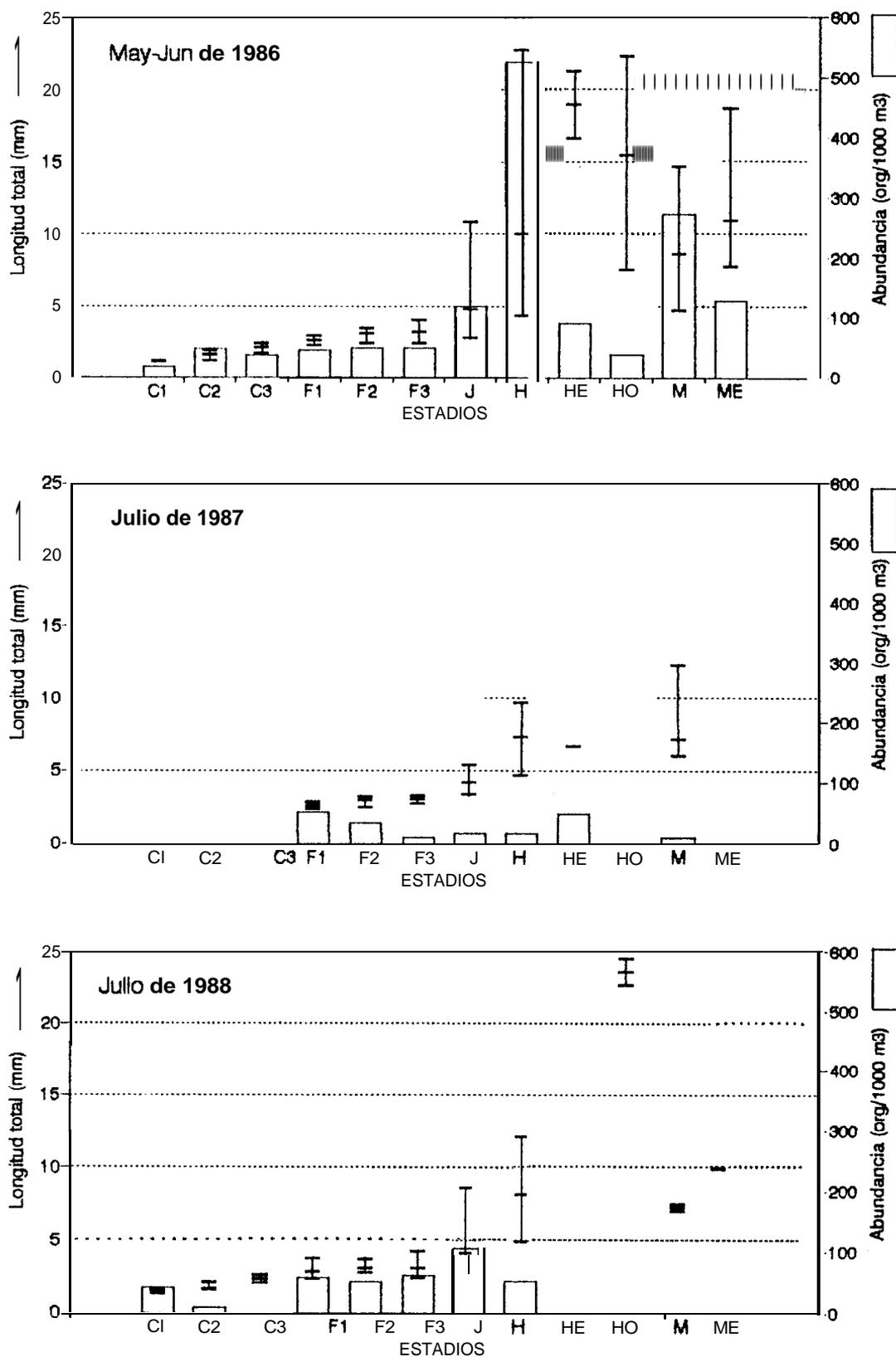


Fig. 59 Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de *Nematosceis difficilis* por crucero.

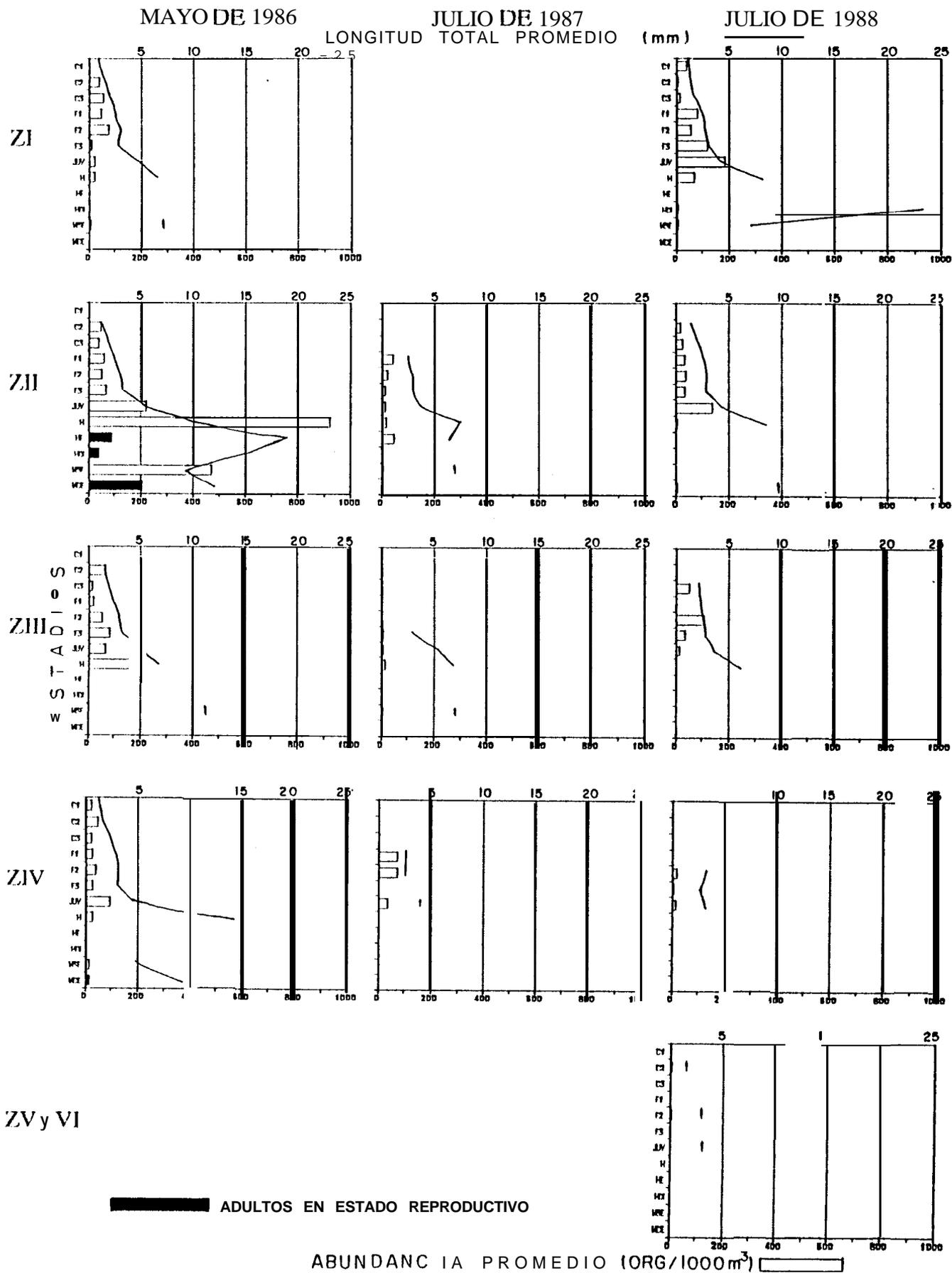


Fig. 60 Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m³) y longitud promedio (mm) de *Nematocelis difficilis* por regiones y cruceros.

Nematobrachion flexipes

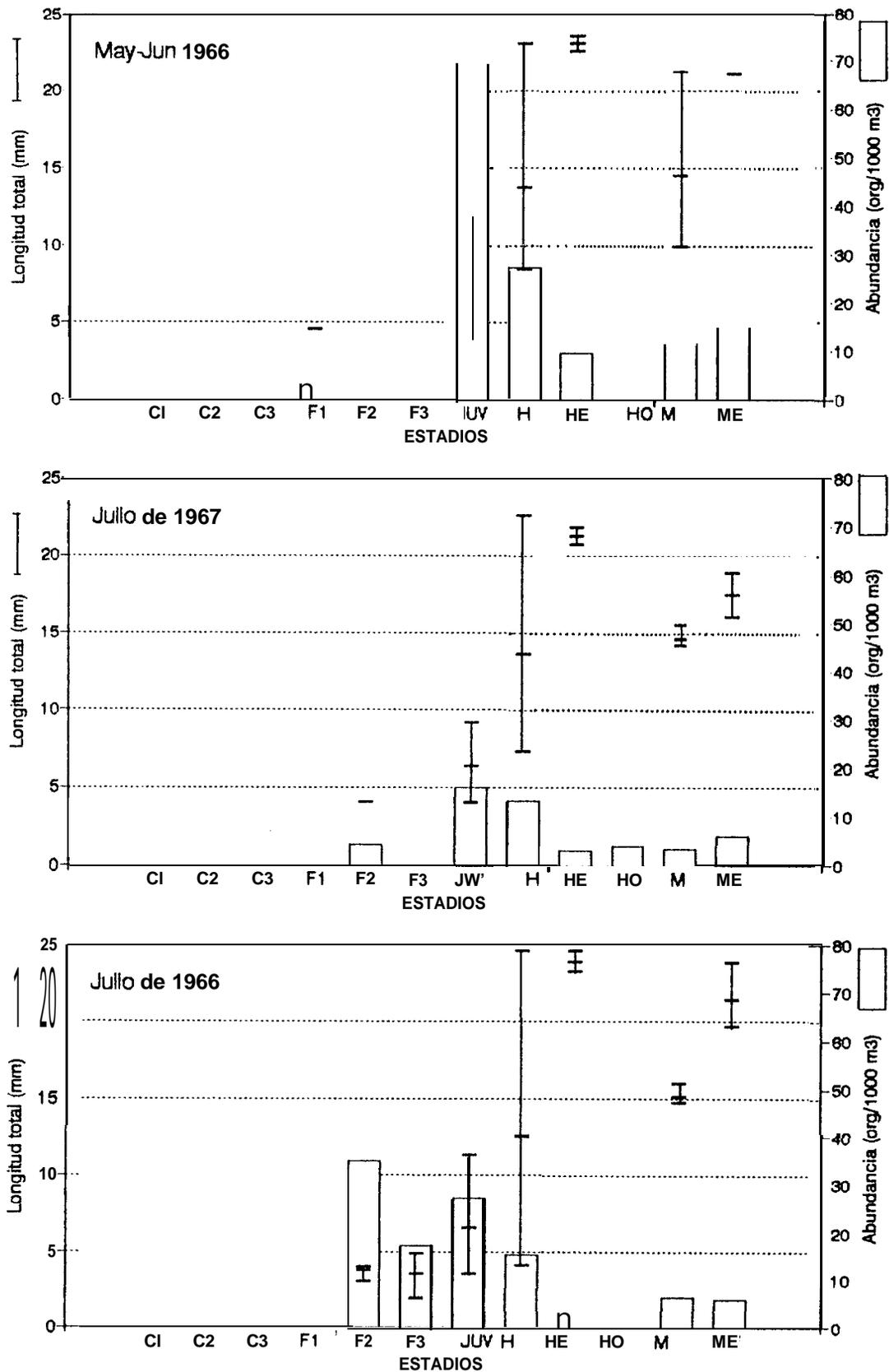


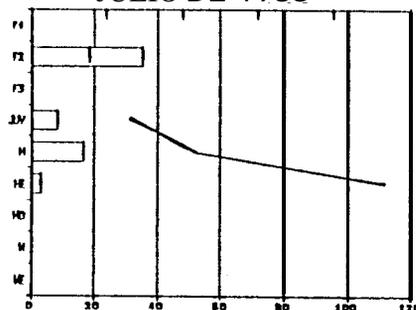
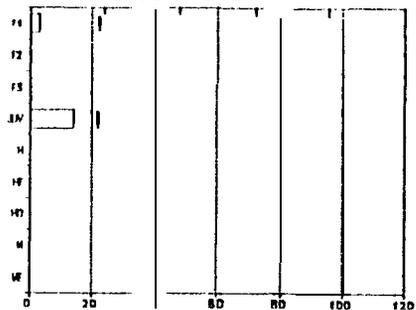
Fig. 61 Abundancia promedio y longitud total (promedio, mínima y máxima) de los estadios de desarrollo de *Nematobrachion flexipes* por crucero.

MAYO DE 1986

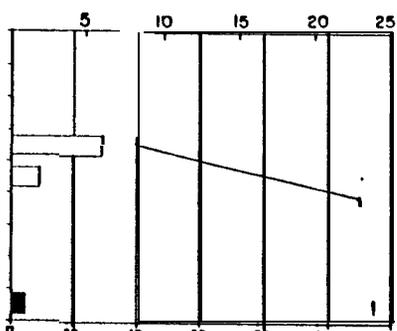
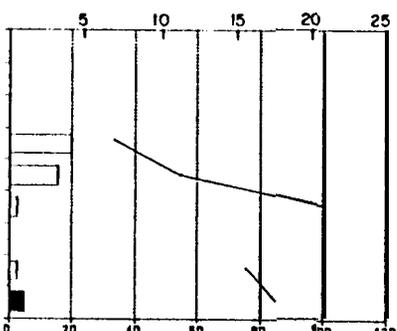
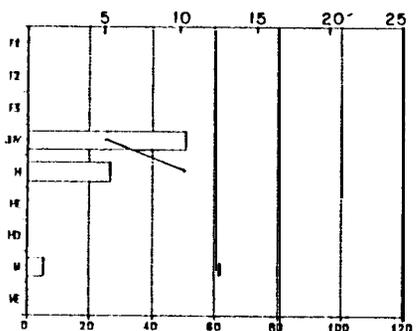
JULIO DE 1987

JULIO DE 1988

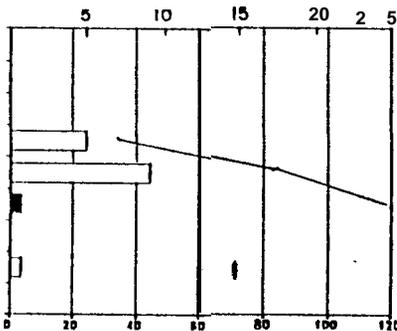
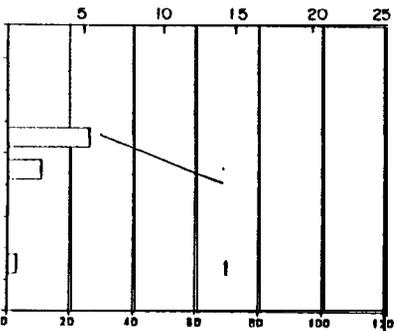
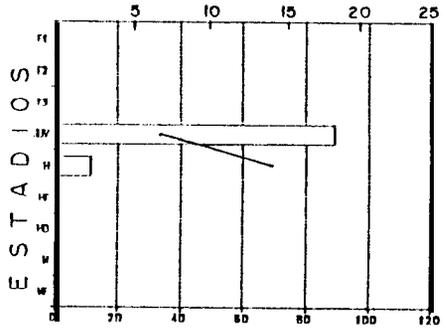
ZI



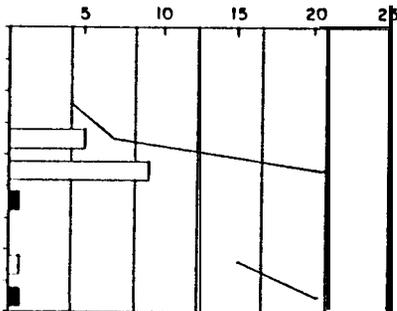
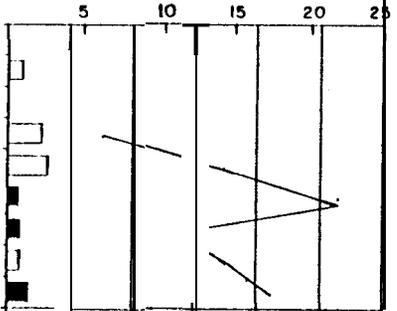
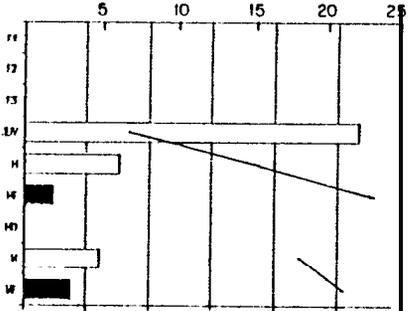
ZII



ZIII



ZIV



ZV y VI

ADULTOS EN ESTADO REPRODUCTIVO

ABUNDANCIA PROMEDIO (ORG/1000 m³)

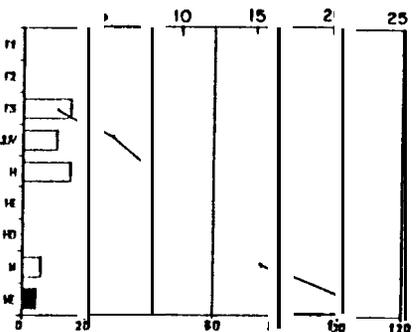


Fig. 62 Estructura poblacional en abundancia (org/1000 m³) y longitud promedio (mm) de *Nematobrachion flexipes* por regiones y cruceo.

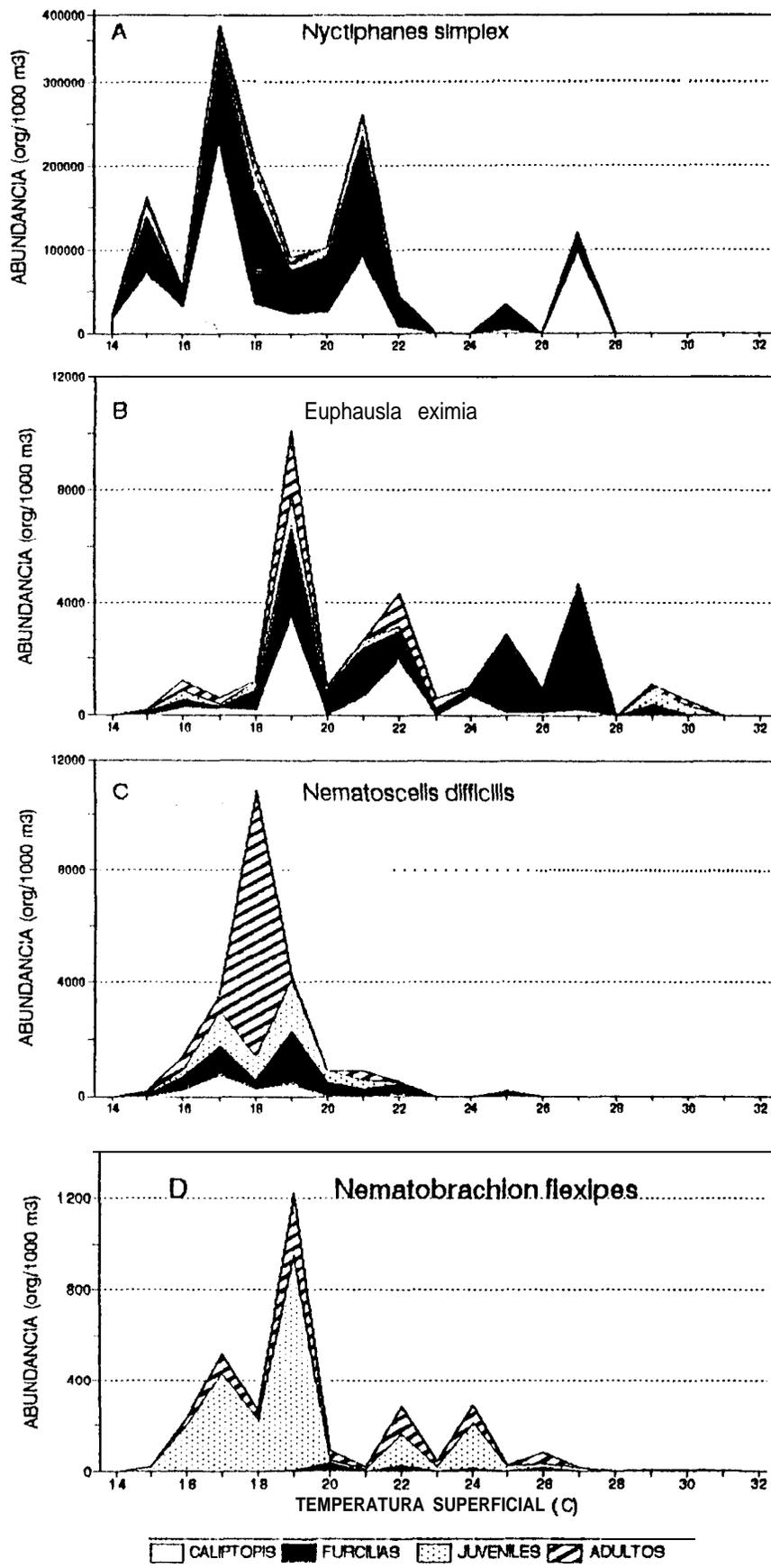


Fig. 63 Relación de la temperatura superficial ("C) con la estructura poblacional de *Nyctiphanes simplex* (a), *Euphausia eximia* (b), *Nematoscels difficilis* (c) y *Nematobrachion flexipes* (d).

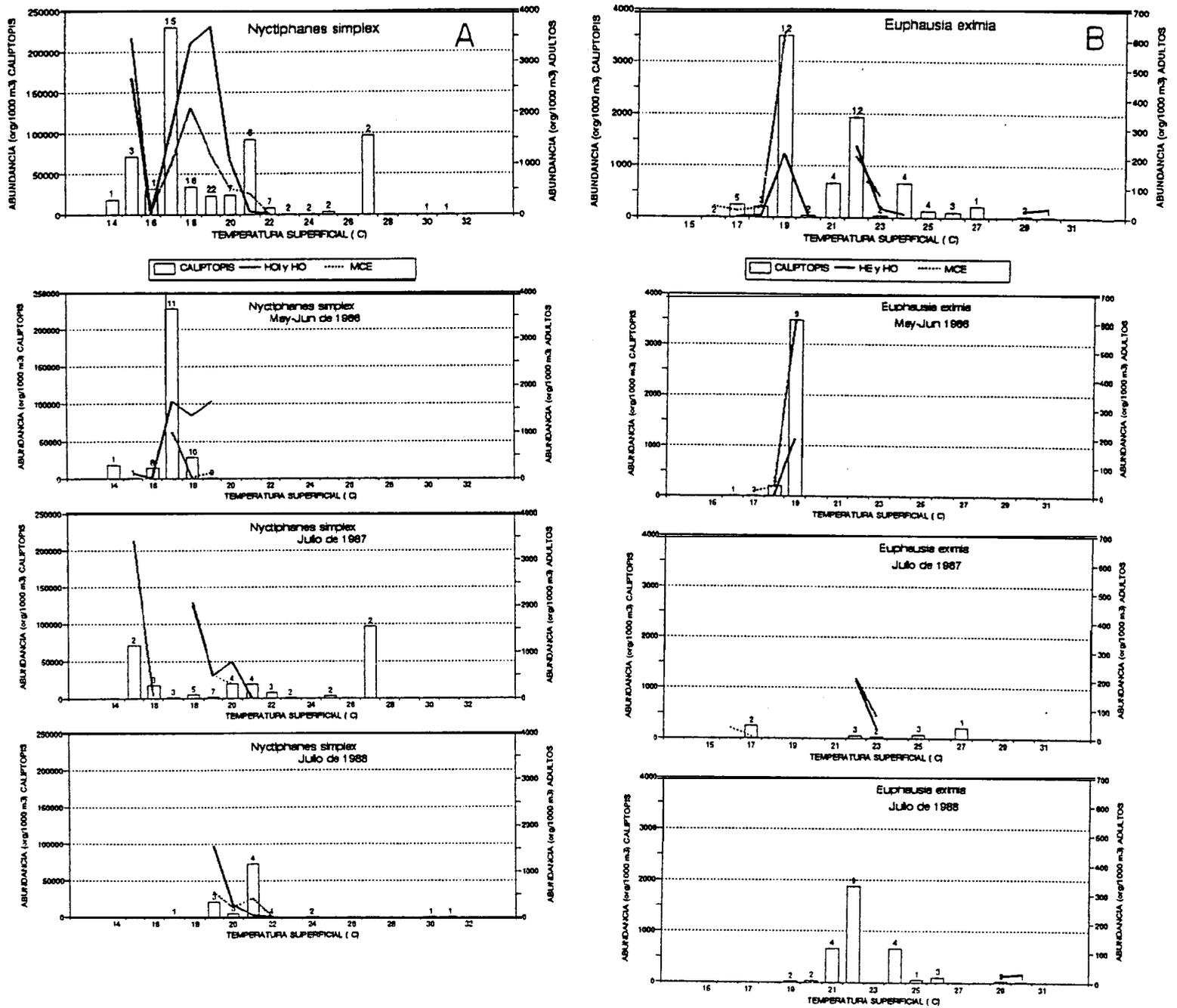


Fig. 64 Relación de la temperatura superficial (°C) con la abundancia de caliptopis y adultos en estado reproductivo de *Nyctiphanes simplex* (a) y *Euphausia eximia* (b) por crucero.

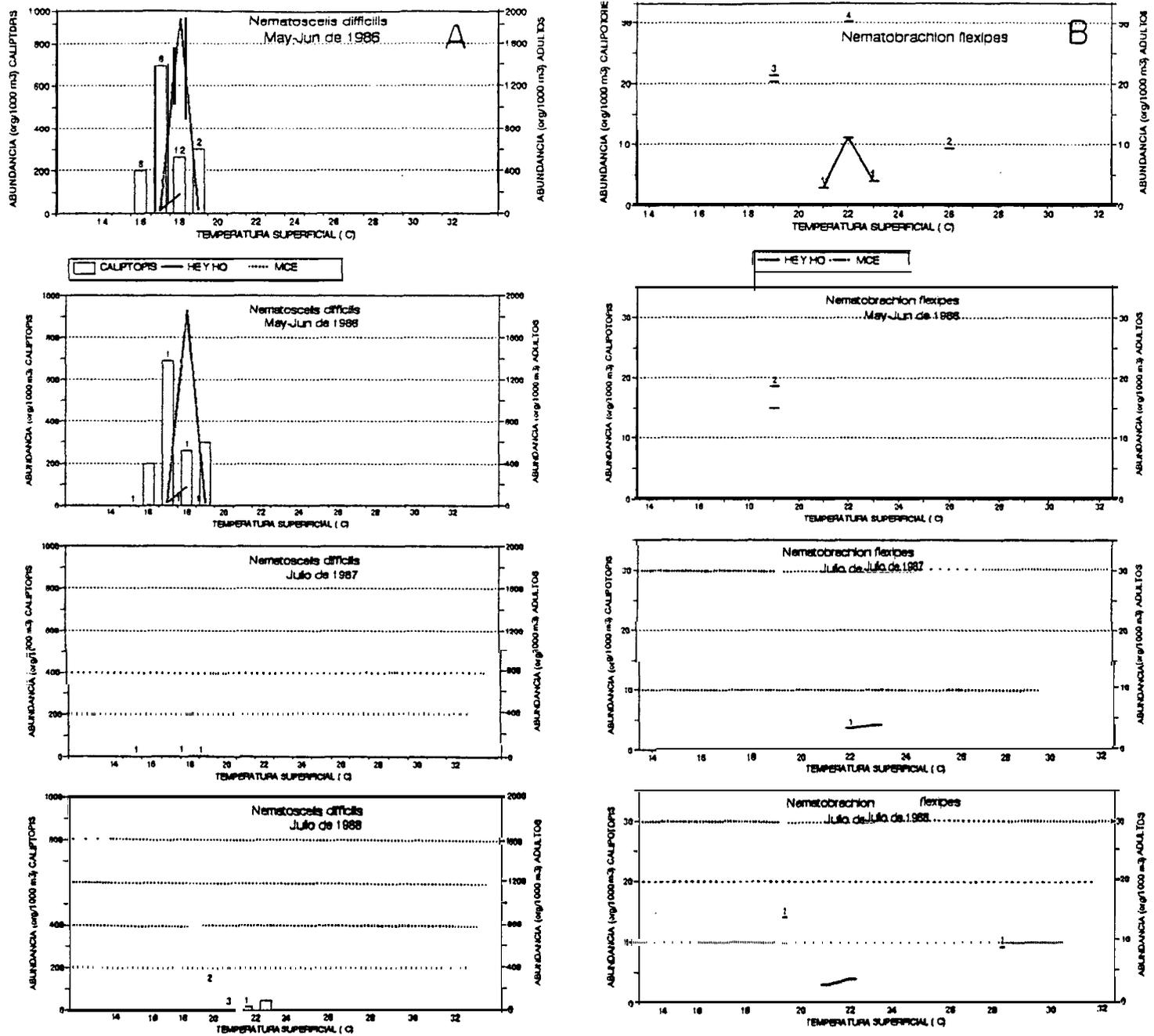


Fig. 6.5 Relación de la temperatura superficial (°C) con la abundancia de caliptopis y adultos en estado reproductivo de *Nematocelis difficilis* (a) y *Nematobrachion flexipes* (b) por crucero.

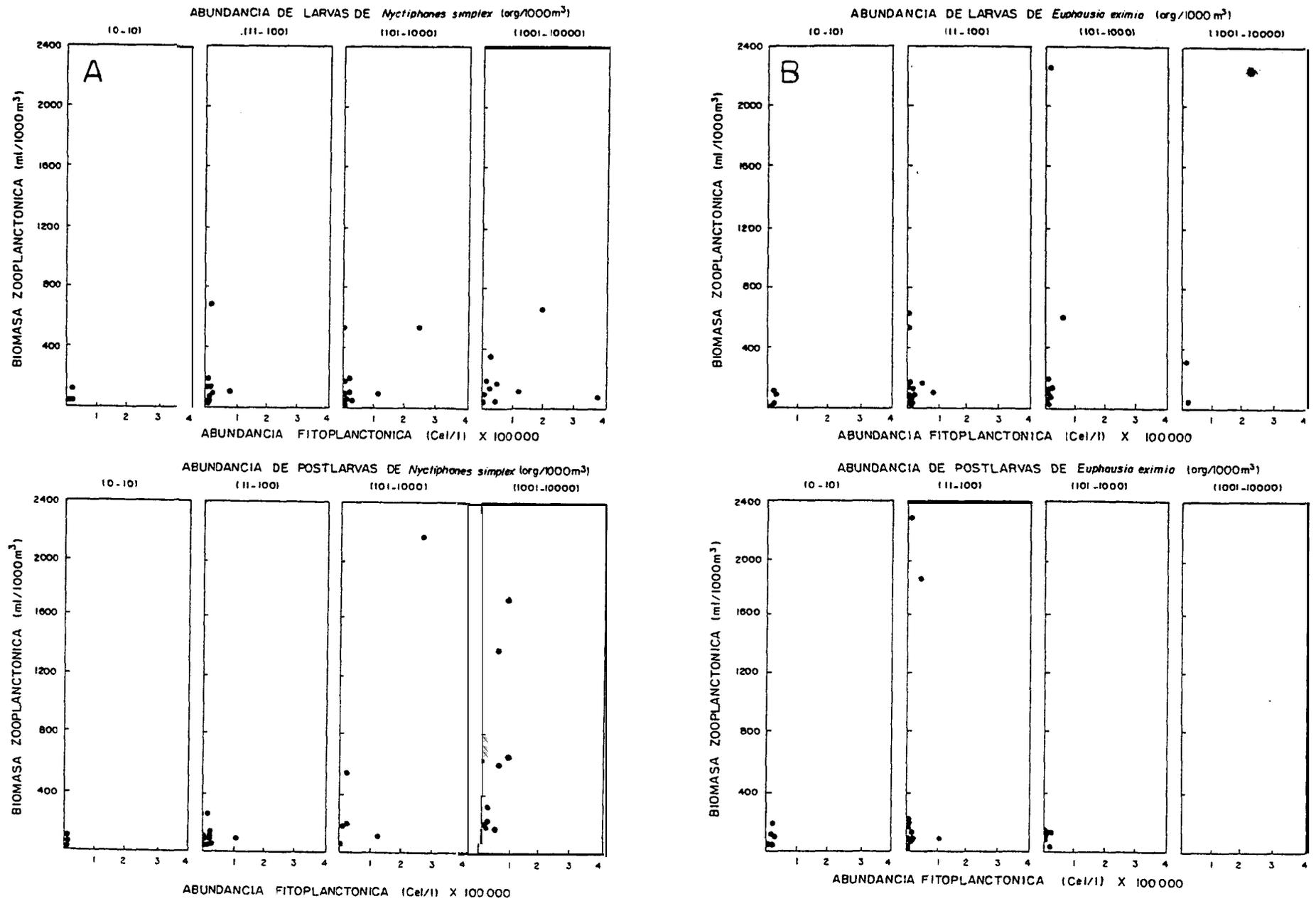


Fig. 66 Relación de la abundancia de las larvas (caliopsis-furcillas) y postlarvas (juveniles-adultos) de *Nyctiphanes simplex* (a) y *Euphausia eximia* (b) con la abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica.

ANALISIS

El efecto de las condiciones ambientales sobre los organismos marinos es altamente complejo e involucra una serie de factores que interactúan en diferentes escalas de tiempo y espacio (Haury et al. 1978); éstas relaciones se ven aún más complicadas debido a que las condiciones ambientales suelen influenciar de manera diferencial a las distintas especies y a una misma especie a lo largo de su ciclo de vida (Johnson y Brinton 1963).

IV EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE EUFAUSIDOS.

De acuerdo con Brinton (1981) los cambios en la distribución y abundancia de las especies planctónicas generalmente sugieren interacciones entre las especies y los cambios de las condiciones ambientales. En el presente estudio se encontraron 22 especies de eufáusidos pertenecientes a seis grupos de distinta afinidad biogeográfica; dominando en términos de distribución y abundancia, las especies descritas por Brinton (1962) como transicionales *Nyctiphanes simplex* y *Nematoscelis difficilis*, de afinidad ecuatorial como *Euphausia eximia*, *E. distinguenda* y del Pacífico Central-Ecuatorial como *Nematobranchion jlexipes*.

Las condiciones ambientales que prevalecieron durante el período 1986-1988 favorecieron la dominancia de especies de eufáusidos de afinidad transicional y ecuatorial, distinguiéndose asociaciones de especies correlacionadas con un régimen ambiental asociado a un período de calentamiento débil como el registrado durante estos años por Almeyda (1987), Deser y Wallace (1987), Quinn y Neal (1987), Morrisey y Lander (1988), Cole y McLain (1989), Karoly y Lavery (1989), Lander (1989) y McPhanden et al. (1990) para la costa occidental de Baja California y el Pacífico Sur.

Sin embargo, los datos de Cole y McLain (1989) analizados en este estudio no apoyan la información publicada referente a El Niño moderado durante 1986-1988 en la zona costera de la península de Baja California, es necesario mencionar que la serie de tiempo analizada comprende únicamente la década de los 80, donde de acuerdo con Brinton y Reid (1986), Tarazona et al. (1988) y Glynn (1988) el fenómeno El Niño 1982-1983 fue el más intenso del siglo, de tal forma que comparando únicamente las anomalías térmicas de esta década posiblemente se vio encubierto el calentamiento moderado reportado para 1986-1988.

Comparando los datos de los perfiles de temperatura de este estudio con las temperaturas promedio de los perfiles obtenidos para las líneas 110, 120 y 130 de los meses de abril y julio de la serie de tiempo comprendida entre 1950- 1978 (Lynn et al. 1982); sobresale que los valores del presente trabajo son ligeramente más altos (1 a 2°C)

en los primeros 100 m de profundidad que los correspondientes promedios mensuales para cada profundidad. Estas mayores temperaturas fueron particularmente evidentes en las estaciones alejadas de la costa.

Otra posible evidencia de que existió un fenómeno de El Niño es que Gendron (1990) registró una asociación de eufáusidos tropicales (ecuatoriales) en el Golfo de California durante 1986-1987, aunque al parecer en esta zona el calentamiento fue más intenso y de mayor duración por un efecto de entrapamiento de aguas dentro del Golfo (Baumgartner et al. en prensa). Estudios sobre la composición específica del fitoplancton (Gárate-Lizarraga 1989; González-López 1991) y de biomasa proteica, carbohidratos y clorofila "a" de nano y micropartículas (Bustillos-Guzmán 1990), también corroboraron este calentamiento anormal en el Golfo de California durante este período.

4.1 Especies de afinidad Subártica

En mayo de 1986 se encontraron características físico-químicas propias de la Corriente de California asociadas a una estructura vertical con una profunda capa de mezcla, mientras que en julio de 1987 y 1988 la Corriente de California mantuvo su influencia únicamente al norte de Bahía San Juanico, ya que hacia al sur de esta región predominaron condiciones tropicales con la consecuente estratificación de la columna de agua.

Las especies de afinidad subártica fueron representadas únicamente por *Euphausia pacifica* durante mayo de 1986. Su escasa abundancia al norte de Punta Eugenia, junto con su estructura poblacional compuesta por juveniles y adultos inmaduros indicó que estos estuvieron expatriados fuera del límite sur de su distribución. *E. pacifica* habita principalmente en la parte central de California (38 a 33°N) codominando con las especies templadas como *N. difficilis*, *T. gregaria* y *T. spinifera* (ésta última ausente en este estudio), todas estas especies disminuyen su abundancia hacia el sur (Smiles y Percy 1971; Brinton 1976, 1979), encontrándose regularmente ausentes frente a la península de Baja California durante el invierno (Johnson y Brinton 1963).

Durante años anormalmente fríos como el período de (1949-1955), *E. pacifica* puede llegar a dominar aún sobre las especies transicionales en la costa occidental de Baja California (Brinton 1981; Brinton y Reid 1986). Al parecer el régimen térmico moderadamente cálido que predominó durante el período de 1986-1987, así como la tendencia de calentamiento a largo plazo que se ha venido registrando en el área de estudio a lo largo de la década de 1980-1990 (Hernández-Vásquez et al. 1991), posiblemente influyó en la retracción hacia latitudes mayores de la población de *E. pacifica* y otras especies de aguas frías, no registradas en este estudio durante mayo. De acuerdo Bakun y Nelson (1977) con los meses de abril y mayo son considerados como

el período más frío dentro del ciclo anual de la región.

Para los períodos cálidos de 1957-1958 (Brinton 1962); de 1976-1978 y de 1981-1984 (Brinton y Reid 1986), *E. pacifica* junto con otras especies de aguas frías estaban ausentes en Baja California (25-30° N), coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo. De esta forma, la temperatura parece ser la primera señal que detectan los organismos templados, modificando sus patrones de distribución en un ambiente que se torna paulatinamente inhabitable, tal como lo reporta Hernández-Trujillo (1991) para el copépodo *Calanus pacificus*.

4.2 Especies de afinidad Transicional

Las especies agrupadas aquí como transicionales fueron subdivididas por Brinton (1979) como especies que proliferan en regiones próximas de zonas de surgencias del Pacífico Oriental Tropical N. *simplex*, *E. gibboides* y *S. affine* (forma Californiana) y especies que se distribuyen en la parte terminal sur de la Corriente de California *T. gregaria* y *N. difficilis*. Esta última definida por Gopalakrishnan (1974) como una especie endémica de la zona de Transición del Pacífico Norte.

Para los meses estudiados, la especie dominante fue *N. simplex* que habita principalmente en regiones costeras, delineándose sus mayores concentraciones sobre la plataforma continental preferentemente en regiones de surgencias con bajas temperaturas y una alta producción biológica. En estas regiones se registró además una escasa riqueza específica de eufáusidos menor de 4 especies.

Al parecer la preferencia de *N. simplex* de habitar regiones de surgencia costera es una característica del género, ya que esta distribución ha sido reportada para *N. couchii* (Le Roux 1973), *N. capensis* (Pillar 1985) y *N. australis* (Bradford y Chapman 1988), para otras regiones de surgencia del mundo. Las regiones de surgencias costeras en la costa occidental de Baja California, también son habitadas por el copépodo *Calanus pacificus* que llega a constituir, bajo condiciones favorables, cerca del 80% de la biomasa zooplanctónica (Brinton 1979, Longhurst 1967b). En mayo de 1986 este copépodo tuvo concentraciones superiores a 500,000 org/1000 m³ (Hernández-Trujillo 1991), en las mismas regiones que *N. simplex*, así estos dos crustáceos parecen gobernar en gran medida la producción biológica de los ecosistemas costeros de la costa occidental de la península en el mes de mayo.

El centro de distribución de *N. simplex* estuvo asociado a la isoterma de los 20°C; durante la primavera dominó las regiones sureñas, y conforme la corriente con características tropicales progresó hacia el norte en verano de los años 1987-1988, sus centro de abundancia y de reproducción se encontraron en regiones cada vez más norteñas

(Punta Eugenia). Este desplazamiento, al parecer, responde a una ciclicidad estacional del sistema de Corrientes de la zona reportada por Reid et al. (1958) y Lynn y Simpson (1987).

Sin embargo, se sabe que existen variaciones de la intensidad con la que las aguas tropicales penetran hacia el norte en diferentes años. De manera particular durante eventos de calentamiento intenso como El Niño Oscilación de Sur (ENSO), *N. simplex* aumenta la extensión de su distribución septentrional hasta latitudes cercanas a la parte Central de California acompañando la intensificación del flujo hacia el norte (Brinton 1960, 1981; Brinton y Wyllie 1976; Brinton y Reid 1986 y Brodeur 1986). Este efecto provoca una sustitución de especies de afinidad templada de la región como son *E. pacifica* y *T. spinifera*, mostrado así una distribución complementaria entre estas especies y *N. simplex* (Brinton y Wyllie 1976; Brinton 1981; Brinton y Reid 1986 y Brodeur 1986).

También otras especies transicionales como *N. difficilis* y *T. gregaria*, típicas de las aguas frías de la Corriente de California y especies como *E. gibboides* y *S. affine*, que tienden a ser más sureñas y oceánicas (Brinton y Wyllie 1976; Brinton 1981) se vieron influenciadas por el calentamiento registrado en 1986-1988. A pesar de que se distribuyeron a todo lo largo de la zona de estudio, sus núcleos de abundancia estuvieron confinados principalmente en el norte y en regiones oceánicas donde tuvieron sus centros de eclosión. *N. difficilis* y *T. gregaria* habitan generalmente en ó por debajo de la termoclina (Brinton 1967), considerando que en el mes de mayo de 1986, cuando estas se reprodujeron activamente, la termoclina fue relativamente somera, lo cual posiblemente favoreció la captura en mayor número de éstas poblaciones en comparación con los meses de verano cuando la termoclina fue más profunda.

4.3 Especies del Pacífico Central

En el lado Oeste del área de estudio la fauna de afinidad templada como *N. difficilis* y *T. gregaria*, abundante durante mayo de 1986, fue reemplazada durante los meses de julio de 1987 y 1988 por especies del giro subtropical del Pacífico Central como *E. hemigibba*, *E. mutica* y *E. recurva*. De acuerdo con Brinton (1979) entre las latitudes 30' a 33 °N, las especies del Pacífico Central se desplazan hacia el sur en un extenso meandro derivando hacia el Oeste del centro de surgencias localizado cerca de Punta Eugenia (26 a 28°N). Esto coincide con los resultados obtenidos en este trabajo ya que entre Punta Eugenia y Punta Abreojos estas especies tuvieron sus mayores densidades.

Durante los meses de verano se encontraron especies epipelágicas típicas del Pacífico Central como *E. hemigibba*, *E. mutica* y *E. recurva* y de afinidad Central-Ecuatorial como *N. flexipes* y *S. Zongicorne*, lo cual indica una progresión de aguas con

características oceánicas hacia la costa; no obstante que estuvieron ausentes los eufáusidos ***Nematoscelis atlantica*** y ***Euphausia brevis*** que de acuerdo con Fager y McGowan (1963) y Johnson y Brinton (1963) son especies dominantes de la masa de agua del Pacífico Central.

Brinton (1962, 1979, 1981); Brinton y Wyllie (1976) y Brinton y Reid (1986) reportaron que en años anormalmente cálidos como 1957-1959, 1977-1978, 1981-1984 las especies del Pacífico Central pueden tener un máximo poblacional en la región de la influencia de la Corriente de California debido a que existen condiciones más fértiles que en el Pacífico Central, pudiendo persistir en latitudes cercanas a 25° N hasta que las condiciones de temperatura descienden a sus niveles más comunes.

De acuerdo con McLain et al. (1985) el evento ENSO puede inducir un transporte local anómalo hacia la costa; de esta forma considerando que el período 1986-1988 fue registrado como moderadamente cálido, la incursión de la fauna del Pacífico Central pudo progresar por difusión lateral a regiones cercanas a la costa, particularmente en latitudes cercanas a Punta Abreojos donde se encontró en los tres cruceros una elevada riqueza específica de eufáusidos de 7 a 12 especies por estación.

Sin embargo, considerando que las condiciones ambientales imperantes en la zona indicaron aguas del Pacífico Central en profundidades por debajo de los 100 m y que la estructura poblacional de estas tres especies de afinidad Central estuvo conformada únicamente por juveniles ó adultos no fértiles con escasa abundancia, se puede suponer que estuvieron en su límite de distribución.

Otro elemento que pudiera indicar un avance de aguas del Pacífico Central es la presencia de las especies mesopelágicas de afinidad Central-Ecuatorial como ***S. elongatum***, ***T. astylata*** y ***T. orientalis***; estas se encontraron en la parte oceánica frente a Punta Abreojos (líneas 390 y 410) en julio de 1988, donde existió una elevada riqueza específica de 7 a 12 especies por estación, conformada además por especies epipelágicas de afinidad ecuatorial como ***E. distinguenda*** y ***E. tenera*** las cuales se encontraron en su límite norte de distribución.

Considerando la distribución vertical de dichas especies para esta región (Brinton 1962, 1967; Youngbluth 1976); los elevados valores de riqueza específica fueron resultado del muestreo oblicuo de la red a través de dos estratos con faunas de diferente afinidad biogeográfica, de ser así, es poco probable discernir ésta riqueza específica como una característica propia del ecosistema oceánico. La explicación anterior esta basada en los resultados obtenidos por Longhurst (1967a) donde encontró que los arrastres de plancton oblicuos pueden ser la principal causa de que en una estación exista una elevada diversidad de especies.

La incursión más costera de las especies de afinidad Central-ecuatorial en julio de 1988 con respecto a las especies epipelágicas del Pacífico Central, así como la presencia de larvas de algunas de las primeras, mostraron que las aguas del Pacífico Central incursionaron a regiones costeras principalmente en estratos por debajo de los 100 m de profundidad.

Brinton (1960, 1962, 1981) reportó que la incursión de las especies del Pacífico Central era ocasionada por difusión lateral ó por lenguas de agua que se **adentran** hacia la costa, de tal forma que este movimiento debilita el transporte provocado por surgencias costeras. Durante los tres cruceros los eventos de surgencia indicaron que el transporte fue intenso en mayo de 1986 y julio de 1987, en concordancia con la menor abundancia de especies del Pacífico Central y Centro-ecuatoriales; mientras que en julio de 1988, cuando la fauna de origen Central y Centro-ecuatorial estuvo más ampliamente distribuida, las surgencias fueron **menos intensas, sin embargo, es importante mencionar** que la amplia cobertura oceánica de este último crucero hasta 200 mn mar adentro, influyó en gran medida la mayor frecuencia de especies del Pacífico Central.

4.4 Extensión hacia el norte de las especies ecuatoriales

Brinton (1979, 1981) observó que ningún eufáusido de la Corriente de California extiende su distribución hacia aguas tropicales, con excepción de ***E. eximia***, considerada ahora como una especie endémica que prolifera en los márgenes fríos del Pacífico Oriental Tropical. Sin embargo, las especies tropicales pueden avanzar hacia el norte en las aguas de Baja California acompañando la incursión de aguas con características tropicales, esto es particularmente intenso durante años anormalmente cálidos.

La región sur durante los tres muestreos, estuvo dominada por ***E. eximia*** y por el componente ecuatorial representada por ***E. distinguenda*, *E. lamelligera* y *E. tenera*** las cuales se encontraron inclusive a la altura de Punta Abreojos. En julio de 1988 la amplia cobertura hacia mar adentro contribuyó a registrar un mayor número de especies ecuatoriales en regiones oceánicas especialmente en la porción sur del área de estudio (zona 8) que mostró ser cálido y con pocas variaciones térmicas mensuales durante el período 1986-1988.

Si bien esta progresión hacia el norte es parte del ciclo estacional de las corrientes (Longhurst 1967a), especies como ***E. distinguenda*, *E. tenera*, *E. lamelligera* y *N. gracilis*** (forma vieja) (Gopalakrishnan 1974), fueron registradas en latitudes tan norteñas como Punta Abreojos, donde una población conformada por juveniles y adultos en estado reproductivo indica una progresión temprana en el ciclo anual de la comunidad tropical, aunque su principal centro de reproducción estuvo siempre al sur de Bahía Magdalena (julio de 1987) y en la boca del Golfo de California (julio de 1988), donde la presencia

de estadios cercanos a la eclosión (caliopsis) y adultos en estado reproductivo, indicó que en la porción sur del área de estudio todas las especies ecuatoriales, con excepción de *N. gracilis* tuvieron una reproducción activa y con abundancias por encima del promedio.

Green-Ruíz (1986) realizó un estudio de la distribución de eufáusidos frente a Bahía Magdalena durante el evento ENSO de 1982-1983, encontrando un total de doce especies, todas ellas de afinidad ecuatorial y transicional, evidentemente lo reducido del área en que se hizo el trabajo contribuyó a que se encontrara un escaso número de especies. Sin embargo, las condiciones cálidas de 1982-1983, indicaron un avance hacia el norte de las especies ecuatoriales particularmente *E. tenera*, *E. lamelligera* y *N. gracilis*, las cuales durante el período de estudio de este trabajo se encontraron en densidades similares a los observados en esas latitudes durante el verano de 1987.

Las condiciones que predominaron en la parte sur de la costa occidental de Baja California caracterizadas por una termoclina profunda y la capa con mínima concentración de oxígeno (< 20 % de saturación) entre los 75 y 150 m, favorecieron la dominancia de las especies ecuatoriales; ya que de acuerdo con Brinton (1979) estas especies están adaptadas a condiciones cálidas y son capaces de realizar extensas migraciones a través de estratos deficientes de oxígeno disuelto.

En resumen, las especies transicionales dominaron en distribución y abundancia los ecosistemas costeros de la costa occidental de Baja California, disminuyendo su dominancia hacia regiones oceánicas, las cuales fueron dominadas por las poblaciones de eufáusidos de afinidad central y ecuatorial, siendo éstas últimas particularmente importantes durante el verano en la región sur y la boca del Golfo de California. Los eufáusidos de afinidad subártica no fue un componente importante, al menos durante el período estudiado posiblemente como consecuencia al calentamiento anormal registrado en el período de 1986- 1988. Las variaciones temporales de la comunidad de eufáusidos respondieron, de manera general, a los patrones de corrientes descritos en la zona (Reid et al. 1958; Wyrki 1965 y Lynn y Simpson 1987).

V EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA REPRODUCCION Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LOS EUFAUSIDOS

De acuerdo con Angel (1991), existen pocas especies cuyos patrones de distribución correspondan exactamente a los parámetros físico-químicos observados en el ambiente marino. De esta forma, las especies tienen un intervalo potencial de las condiciones ambientales a los cuales se puede desarrollar exitosamente (Moore 1952; Johnson y Brinton 1963); estos son determinados por los límites fisiológicos para su supervivencia y con frecuencia estos intervalos son más estrechos para realizar la reproducción.

El problema para delimitar las condiciones ambientales favorables de una especie, y por lo tanto la delimitación de su distribución, es que frecuentemente los individuos tienden a tener una distribución más amplia que sus límites de distribución para el éxito reproductivo, donde pueden persistir sin reproducirse (Johnson y Brinton 1963). Lo anterior oscurece notablemente la correlación entre las distribuciones biológicas y los bordes físicos en el ambiente marino.

Analizando de manera integral la ocurrencia latitudinal de las especies, destacan los transectos con abundancia ($\text{org}/1000 \text{ m}^3$) superior al promedio, en los que se hace evidente la reproducción por la presencia de calíptopis y adultos en estado reproductivo (Fig. 67 y 68); delimitándose las condiciones ambientales ó habitas favorables para la reproducción. De las 22 especies de eufáusidos colectados: 12 en mayo de 1986, 8 en julio de 1987 y 16 en julio de 1988 mostraron señales de una reproducción reciente. Todas las especies transicionales se encontraron en reproducción en los tres cruceros, las especies del Pacífico Central únicamente en julio de 1988, las ecuatoriales principalmente en julio de 1988, con excepción de *E. eximia* la cual tuvo una reproducción activa durante los tres meses analizados. Las especies de afinidad subártica y del Pacífico Central no mostraron evidencia de reproducción.

De esta forma se observó que las especies transicionales presentaron una amplia distribución, pero con centros de eclosión y reproducción confinados principalmente a los transectos norteños, particularmente en los casos de *N. difficilis*, *T. gregaria* y *E. gibboides* asociadas a condiciones propias de la Corriente de California. Aunque los criterios de abundancia y éxito reproductivo son independientes, las áreas de reproducción para la mayoría de las especies transicionales fueron más extensas que las áreas con abundancia mayor al promedio.

Por otro lado las especies ecuatoriales tuvieron sus centros de reproducción confinados a la porción sur, a pesar de encontrarse parte de sus poblaciones en latitudes cercanas a Punta Abrejos y Bahía Magdalena, éstas se encontraron bajo condiciones que no permitieron realizar la reproducción exitosamente.

Según Johnson y Brinton (1963) los organismos expatriados son aquellos que son llevados lejos de sus áreas de reproducción y crianza, encontrándose sólo animales adultos ó inmaduros. Este fue el caso de las especies subárticas *E. pacifica* y las especies del Pacífico Central *N. tenella*, *E. mutica* y *E. hemigibba* durante mayo 1986 y julio de 1987, ya que la estructura poblacional de éstas no mostró evidencias de una reproducción reciente, teniendo además abundancias reducidas, por lo que se consideró que éstas estuvieron expatriadas de su centro de reproducción. Se conoce que el centro reproductivo de las especies del Pacífico Central regularmente está entre 400 y 700 mn afuera de la costa (Brinton 1962), por ésta razón es de esperar que solamente fueran encontrados

algunos unos **especímenes** cerca de la costa (80 a 200 mn alejados de la costa) como ocurrió en los cruceros de julio de 1987 y 1988 respectivamente.

5.1 Efecto de las condiciones ambientales sobre la estructura poblacional de las especies dominantes.

La estructura poblacional de las cuatro especies dominantes *N. simplex*, *E. eximia*, *N. difficilis* y *N. jlexipes* respondió de manera distinta a las condiciones ambientales, particularmente a la temperatura y disponibilidad de alimento, aspectos en donde la reproducción estuvo asociada con intervalos aún más reducidos.

La salinidad “per se” no parece haber tenido una influencia en la distribución, abundancia y estructura poblacional de los eufáusidos lo cual coincide con lo reportado por Johnson y Brinton (1963) y Brinton et al. (1986). Por otra parte la capa con mínima concentración de oxígeno tuvo una influencia notable en las poblaciones de eufáusidos en regiones de surgencia donde dominó la especie *N. simplex*. En la porción sur de Bahía Magdalena durante el verano (julio 1987-1988), la capa deficiente de oxígeno ($< 1 \text{ ml/l}$ y/o $< 20\%$ de saturación) estuvo justamente por debajo de la termoclina, en estas condiciones la especie *E. eximia* alcanzó sus mayores densidades. Lo anterior coincide con Longhurst (1967b) quién registra altas abundancias de juveniles y adultos (700 a 900 org/100 m³) de *E. eximia* en estratos donde la concentración de oxígeno es deficiente (menor a 1 ml/l).

N. simplex y *E. eximia* son especies que Brinton (1979) agrupó a dentro del conjunto de eufáusidos que proliferan en los márgenes productivos del Pacífico Oriental Tropical, no obstante en el área de estudio sus centros de distribución y reproducción mostraron importantes diferencias en sus requerimientos ambientales. Estas especies mostraron en cada caso una distribución particular; la primera dominó las regiones costeras donde la riqueza específica no llegó a ser mayor a cuatro especies; sus centros de eclosión tuvieron una fuerte influencia de las surgencias costeras donde predominaron temperaturas inferiores a 19°C y se presentaron las mayores concentraciones de fitoplancton y biomasa zooplanctónica. Conforme se dio un avance de las aguas tropicales que reemplazaron a las surgencias costeras, esta especie se reprodujo en regiones cada vez más norteñas. Por el contrario *E. eximia*, tuvo sus mayores abundancias y centros de reproducción en regiones oceánicas con aguas estratificadas, temperaturas entre 19 y 24°C y con baja producción biológica.

De acuerdo con Mauchline (1967) las especies del género *Nyctiphanes* están igualmente adaptadas para filtrar y alimentarse de zooplancton, sin embargo, resulta evidente que los requerimientos del tamaño de partícula ó de las presas cambia a lo largo del ciclo ontogénico de las especies, predominando en los estadios larvales la

alimentación por filtración (Raymond 1983).

Con base a las descripciones de las partes bucales realizadas en *N. australis* por Sars (1885), *N. couchii* por Lebour (1924, 1925), en *N. capensis* por Boden (1955) y *N. simplex* por Boden (1951), se conoce que las larvas caliptopis del género *Nyctiplzanes* tienen mandíbulas funcionales pero carentes de palpos, manteniendo esta morfología hasta los primeros tres ó cuatro estadios furcilia, donde los palpos aparecen como una estructura simple que alcanzan la forma del adulto en los siguientes dos estadios, con lo cual se modifican sustancialmente sus hábitos alimenticios en esta etapa de desarrollo.

La alimentación de las larvas de eufáusidos no es conocida con gran detalle, las caliptopis tienen las partes bucales funcionales y se ha registrado fítoplancton y material detrítico en los estómagos de larvas de *Thysanoessa rachi* y *Meganyctipltanes norvegica* (Mauchline 1967). De esta forma, se considera que las larvas de *N. simplex* presumiblemente se alimentan de partículas pequeñas como nanofitoplancton (2-38 μm), de hecho las mayores concentraciones de ambos componentes coincidieron en tiempo y espacio, particularmente en las regiones de Punta Eugenia y frente a Bahía Magdalena.

Lechuga-Devéze et al. (1989) y López-Cortés et al. (1990) consideran que la supervivencia de un organismo planctónico no depende solamente del éxito en la ingestión de la partícula, sino también de la composición bioquímica de ésta, ellos observaron que los máximos valores de biomasa proteica y de carbohidratos se encuentra en la fracción nanoplanctónica (partículas detríticas y bacterias asociadas) con superioridad a las fracciones micro y mesoplanctónicas.

De esta forma las partículas nanoplanctónicas que tienen sus valores máximos en las regiones reconocidas como de surgencia costera, aseguran en mayor medida el éxito de las larvas de *N. simplex* (que son capaces de filtrar este tamaño de partícula) en comparación con las larvas de esta especie mantenidas bajo condiciones de alimentación desfavorable. Con relación a los adultos, éstos pueden alimentarse al parecer de pequeño zooplancton y filtrar partículas de mayor tamaño como micro (38-200 μm) y mesoplancton (> 200 μm) homogéneamente distribuidas en la capa de 0-35 m.

En algunas investigaciones se ha encontrado una estrecha correlación entre el incremento de clorofila "a" con elevadas abundancias de especies adaptadas a regiones con alta productividad, este es el caso de *E. pacifica* (Brinton 1976) y *E. mucronata* (Antezana 1978, citado en Pillar y Stewart 1988); según Lechuga- Devéze et al. (1989) en julio de 1987 el nanofitoplancton fue el único contribuyente en la biomasa expresada en clorofila "a" de la materia orgánica particulada, que se encuentra distribuida homogéneamente en el estrato 0-20 m. Al parecer, *N. simplex* tiene adaptaciones similares a las especies antes mencionadas para habitar exitosamente regiones con elevada

producción biológica donde el herbivorismo y filtración de materia orgánica predominan sobre la alimentación carnívora (Longhurst 1967a y Raymond 1983).

Estudios sobre hábitos alimenticios realizados en *N. australis* por Sherard (1953), en *N. couchii* por Lebour (1922, 1924) y en *N. capensis* por Nepgen (1957) indican que las caliptopis de estas especies se alimentan activamente de detritus, diatomeas, dinoflagelados, y a partir de las últimas furcillas la alimentación es omnívora, depredando sobre quetognatos, moluscos y pequeños crustáceos (copépodos principalmente).

Por el contrario, la asociación de los centros de eclosión de *E. eximia* con regiones oceánicas poco productivas sugiere que esta especie debe tener la capacidad de utilizar una amplia variedad de dietas (omnívora) para sustentar sus requerimientos energéticos (Mauchline 1967, 1980; Mauchline y Fisher 1969). Por otra parte, Pillar y Stewart (1988) reportaron que *E. lucens* (al igual que *E. eximia*) se reproduce activamente en regiones alejadas de la costa del Sistema de Corrientes de Benguela, asociada con bajos niveles de clorofila "a"; alimentándose preferentemente de detritus y zooplancton pequeño.

Los estadios caliptopis de *E. eximia* son de mayor talla que los de *N. simplex*, indicando que éstos pueden alimentarse de un intervalo de tamaño de partícula ligeramente más amplio, aprovechando posiblemente las fracciones micro y mesoplanctónicas; que de acuerdo con López-Cortés et al. (1990) tienen una distribución homogénea en las capas superficiales de la costa occidental de Baja California. Por otra parte los especímenes adultos de esta especie son de los eufáusidos más grandes de la región (hasta 26 mm), que además de su capacidad filtradora como lo indica la morfología de sus partes bucales, seguramente son capaces de depredar activamente sobre zooplancton de una amplia variedad de tallas, estando así, adaptado a las regiones oceánicas poco productivas donde de acuerdo con Raymond (1983) la alimentación carnívora predomina en las cadenas tróficas.

Las diferencias en la disponibilidad de alimento para ambas especies en las regiones donde estuvieron sus mayores concentraciones y sus centros de reproducción, reflejaron la relación existente entre abundancia de larvas y postlarvas con la concentración fitoplanctónica, la biomasa zooplanctónica y posiblemente la materia orgánica particulada, indicando que ambas especies llevan a cabo su ciclo de vida bajo condiciones ambientales con diferente disponibilidad de alimento. Esta relación inversa en la distribución y abundancia de *N. simplex* y *E. eximia* ya habían sido reportadas con anterioridad por Brinton (1962, 1981) y Green-Ruiz (1986).

Las especies *N. difficilis* y *N. flexipes* no mostraron una relación clara entre sus máximas abundancias con la abundancia de fitoplancton y biomasa zooplanctónica. De

acuerdo con Mauchline (1967) las partes bucales de estos géneros indican que éstos pueden alimentarse en depósitos del fondo y también por depredación del zooplancton, pero su alimentación por filtración puede estar limitada en la fase juvenil y adulta por que sus partes bucales no están densamente **setadas** como las especies típicamente filtradoras. Las larvas de *N. flexipes* habitan en estratos profundos (Brinton 1979), por ésta razón, éstos posiblemente aprovechan partículas de materia orgánica no fotosintética para su desarrollo. Mauchline (1967) destacó el desconocimiento acerca del desarrollo de las partes bucales de este género.

Por otra parte, las condiciones ambientales que prevalecieron durante 1986-1988 no modificaron sustancialmente la estructura poblacional de *N. simplex* durante los tres cruceros; sin embargo, la proporción de caliptopis y adultos en estado reproductivo mostró diferencias sensibles en relación con el régimen de surgencias, predominando en regiones norteñas durante los meses de verano (julio de 1987 y 1988), cuando fuertes calentamientos formaron termoclinas cercanas a la superficie. Este efecto provocó que las condiciones de surgencias costeras en la región sur de Baja California fueran reemplazadas por aguas con características tropicales, como resultado del avance de éstas últimas hacia el norte durante el verano, tal como lo reportan Jacobs (1951), Reid et al. (1958), Wirtky (1965, 1967), Longhurst (1967b) y Gómez y Vélez (1982).

Con base a la estructura de tallas de *N. simplex* y *E. pacifica* Brinton y Reid (1986) sugirieron que las diferencias interanuales de biomasa son en gran medida consecuencia de los cambios en la abundancia de las especies, más que variaciones en la estructura poblacional de éstas. Ambas especies son altamente dominantes en los ecosistemas donde habitan pudiendo indicar respuestas adaptativas para condiciones ambientales diferentes. En el Golfo de California Lavaniegos-Espejo et al. (1989) no encontraron diferencias entre la población de *N. simplex* durante el fenómeno ENSO (1982-1983) y después de éste (1984), lo anterior pudiera apoyar la idea de que esta especie parece tener respuestas adaptativas para mantener su población en niveles semejantes bajo condiciones altamente variables.

Brinton y Townsend (1980) y Brinton et al. (1986) reportaron que el período reproductivo de *N. simplex* en el Golfo de California va de febrero a junio, cuando las aguas son más frías (14-20°C), aunque puede reproducirse con menos intensidad en el resto del año. La abundancia de estadios tempranos (caliptopis) y adultos en condiciones de reproducción (HOI, HO y HE) en la costa occidental de Baja California, sugieren que la reproducción se llevó a cabo de manera continua durante la primavera (mayo 1986) y el verano (julio 1987 y 1988).

La estructura poblacional de *N. simplex*, compuesta por elevadas abundancias de estadios tempranos (caliptopis y furcillas) junto con la alta proporción de adultos en fase

reproductiva, encontrada en octubre de 1987 en la costa occidental de Baja California (CICIMAR 1991), demuestran que la reproducción se lleva a cabo aún durante el otoño cuando las condiciones de temperatura estuvieron entre 23-29°C, y en particular estos datos sugieren que el apareamiento se da principalmente durante esta época. Lo anterior sugiere que la reproducción de *N. simplex* se lleva a cabo continuamente a lo largo de todo el año.

Un factor importante para explicar la enorme dominancia de *N. simplex* sobre las otras especies que habitan en la costa occidental de Baja California, es posiblemente su elevada tasa de fecundidad, ya que una hembra madura tal vez puede producir más de una puesta durante un año, en lugar de que éstas produzcan un número elevado de huevecillos. Según Mauchline (1968) y Gendron (1990) la fecundidad de ésta especie es cerca de 50 huevecillos por saco ovífero. Este número es semejante a otras especies que forman sacos ovíferos (Ponomareva 1969 y Nemoto et al. 1972) y relativamente escasos en comparación con las especies que liberan sus huevecillos en el mar (Mauchline y Fisher 1969; Mauchline 1980). Evidentemente el pequeño número de huevos se ve compensado por la seguridad que le confiere el saco ovífero a las larvas.

Hasta el momento se desconoce la fracción de huevos transferidos del ovario al saco ovífero y la duración del período fértil de las hembras de *N. simplex*. Pillar y Stewart (1988) mencionan que a pesar de que se han hecho estimaciones del número de huevecillos producidos por una hembra de *E. lucens* en un solo evento de desove, el número de éstos durante un año es desconocido, así mismo, a pesar de que es posible hacer estimaciones del esfuerzo reproductivo de los eufáusidos a partir de especímenes preservados desafortunadamente estos no establecen una escala de tiempo en la estimación del esfuerzo reproductivo (Ross et al. 1982), al parecer este mismo problema es encontrado en la mayoría de las especies de eufáusidos.

Cuando las hembras de *N. simplex* trasladan los huevecillos del ovario al saco ovífero, su cuerpo sufre modificaciones en la amplitud del espacio existente entre las branquias y el primer par de pleópodos donde llevan adheridos los huevecillos; de esta forma es posible reconocer a las hembras que tuvieron saco ovífero con anterioridad. Observaciones de éstas hembras, las cuales tenían pequeños huevecillos aún no desarrollados en el ovario, así como la presencia simultánea de hembras ovíferas internas HOI y hembras ovíferas HO (con diferente grado de madurez), sugieren que *N. simplex* puede tener la capacidad de desovar más de una ocasión en su vida fértil y posiblemente en un mismo año. De ser así, la fecundidad de ésta especie se incrementaría notablemente a la estimación calculada con el simple conteo de huevecillos del saco ovífero.

En sus observaciones Brinton (1976) estimó que *E. pacifica* es capaz de desovar en tres ocasiones en un mismo año; repercutiendo en una alta tasa de reposición, lo cual

parece apoyar que *N. simplex* pueda tener también varias puestas en un mismo año. Sin embargo, esta idea no es apoyada por los resultados de Hosie y Ritz (1983) quienes informan que *N. australis* produce un saco ovífero aproximadamente cada ocho meses.

Por otro lado, la suposición de que *N. simplex* presenta una elevada fecundidad es apoyada además, por la enorme proporción de caliotopis y furciliias (8 a 9 veces mayor que la abundancia de juveniles y adultos) en la estructura poblacional de esta especie. Resultaría interesante conocer si esta especie puede llevar a cabo más de un desove dentro de un mismo año, pudiendo explicar con base a su alta fecundidad, el éxito adaptativo de esta especie en la costa occidental de Baja California.

Las diferencias en la estructura poblacional entre las distintas áreas latitudinales sugiere que la población de *N. simplex* no es uniforme, y que la duración y el tiempo de la reproducción puede variar más de una región a otra que de una temporada a otra, donde las proporciones relativas de todos los estadios de vida permanecen relativamente estables.

Con relación a la estructura poblacional de la especie *E. eximia*, durante mayo de 1986 las regiones con mayor intensidad de surgencias costeras coincide con la distribución de la mayor parte de la población al sur de Bahía Magdalena; por el contrario en julio de 1988 poblaciones con todos los estadios de desarrollo fueron encontrados en todas las latitudes. Sin embargo, el hecho de que en el crucero de julio de 1988 se muestrearon zonas más alejadas a la costa, parece ser el principal factor para poder detectar estos importantes centros de reproducción en latitudes de hasta 30° N.

Knigh (1980) reportó un **clinal** en la talla promedio de las larvas caliotopis y furciliias a lo largo de la Corriente de California y la región del Pacífico Oriental Tropical, siendo más pequeñas en el sur. En este trabajo las larvas no mostraron diferencias notables a lo largo de la península, ya que las tallas encontradas coinciden con el intervalo conocido para la población residente de la parte terminal de la Corriente de California. Esto posiblemente indique una separación reproductiva entre la población encontrada frente a la costa occidental de Baja California con la población de la Corriente de Perú y la Corriente Surecuatorial, aún durante el evento **ENSO 1986-1988**; el cual puede provocar un mezcla de ambas poblaciones por efecto de la advección de agua cálida hacia el norte.

Esta especie mostró modificaciones en su estructura poblacional en los tres cruceros, indicando que las variaciones ambientales pueden modificarla sustancialmente a diferencia de *N. simplex* que mantuvo su población en proporciones semejantes. La abundancia de los organismos reproductores fue altamente variable tanto en sentido latitudinal, como temporal. La talla de primera madurez de *E. eximia* (que no ha sido

detectada con anterioridad), es notablemente mayor para las hembras (17 mm) que para los machos (15 mm).

El eufáusido *N. difficilis* presentó notables diferencias en su estructura poblacional a lo largo de la península; ésta especie fue altamente sensible a las condiciones ambientales particularmente los estadios que indican una reproducción reciente. Se conoce que *N. difficilis* tiene una reproducción a lo largo de todo el año en latitudes septentrionales como los mares del Japón (Nemoto et al. 1972), al sur de California (Brinton y Wyllie 1976) y frente a Ensenada (Montemayor 1986, 1987).

Durante el período de estudio la reproducción de *N. difficilis* estuvo restringida al mes de mayo de 1986, ya que en julio de 1987 y 1988 no se encontraron Caliptopis ni adultos en estado reproductivo que indicaran una reproducción reciente. Esto sugiere que en la costa occidental de Baja California ésta especie tiene una marcada estacionalidad en su período reproductivo, a diferencia de la amplia temporada de reproducción encontrada en latitudes mayores; es decir que en la zona de estudio *N. difficilis se* presenta una notable influencia de las condiciones ambientales estacionales en la ecología reproductiva de esta especie.

Las condiciones relativamente frías que prevalecieron durante mayo de 1986 con la intensificación de la Corriente de California, favorecieron la reproducción de *N. difficilis*, que se asoció con temperaturas de 16-19° C. Sin embargo, comparando las tallas promedio de las furcillas FI-FIII con los reportados por Gopalakrishnan (1973, 1975), las tallas promedio registradas durante los tres cruceros tuvieron valores cercanos a las tallas mínimas de Gopalakrishnan, este efecto posiblemente fue causado por las condiciones anormalmente cálidas detectadas en las regiones norteñas durante mayo de 1986. Las tallas promedio de los estadios tempranos inferiores a las registradas por Gopalakrishnan probablemente reflejen condiciones inadecuadas de alimentación ó condiciones desfavorables para el desarrollo de esta especie.

Con respecto a *N. flexipes* se conoce que tiene una distribución amplia en el Pacífico Ecuatorial y Central (Brinton 1962, 1975), lo cual coincide con la alta frecuencia de aparición encontrada en este estudio. Sin embargo, poco se conoce sobre su biología, de acuerdo con Mauchline y Fisher (1969), Brinton (1975) y Mauchline (1980) aún no se han descrito los estadios lar-varios del *N. flexipes*.

En los tres meses estudiados, la estructura poblacional de *N. flexipes* estuvo conformada por juveniles y adultos. Aparentemente esto no es efecto de una estacionalidad en su ciclo reproductivo, ya que su amplia distribución a nivel global sugiere que esta especie es tolerante a diferentes condiciones ambientales. La ausencia de las larvas de esta especie puede ser explicada por la distribución diferencial de los

estadios de desarrollo conocida para ésta especie (Brinton 1967, 1979 y Yongbluth 1975, 1976). En estos trabajos se mencionan que las larvas de *N. flexipes se* distribuyen en profundidades mayores a 600 m; considerando que la profundidad máxima de arrastre fue de 210 m, es de esperar que no existiera un muestreo adecuado de los estadios tempranos de desarrollo. Por el contrario, se conoce que los juveniles y adultos exhiben patrones de migración vertical amplios (0-700 m) por esta razón pudieron ser colectados con mayor frecuencia.

Según Brinton (1979) los especímenes considerados como postlarvas 3.5-8 mm de longitud total se distribuyen generalmente por debajo de los 500 m, mientras que los adultos **migran** hasta regiones por debajo de la termoclina. Pocos especímenes estuvieron en estado reproductivo, pero se encontraron asociados con aguas con características tropicales 20-26° C, las larvas presumiblemente deben estar asociadas con bajas temperaturas correspondientes a aguas subsuperficiales. De manera general, la evaluación de la variabilidad en la estructura poblacional de *N. flexipes se* vio fuertemente sesgada por la naturaleza del muestreo, siendo poco pertinente inferir sobre el efecto de las condiciones ambientales sobre ésta.

VI EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN EL DESARROLLO Y MORFOGENESIS TEMPRANA DE LAS LARVAS FURCILIAS.

De las 22 especies identificadas en este estudio, *N. simplex* fue la única que presentó una gran variabilidad en su secuencia de desarrollo. Boden (1951) con base en 441 especímenes describió el desarrollo larval de esta especie en la Corriente de California, encontrando 19 formas de furciliarias. En este estudio, a partir de 62,204 furciliarias registradas se encontraron 26 formas larvales. Los siete subestadios no reportados con anterioridad, fueron en general, poco abundantes llegando a ser dominantes únicamente en las regiones donde las rutas de desarrollo iniciaron con larvas poco desarrolladas F(0) ó F(1').

El elevado número de subestadios es una característica común dentro del género *Nyctiphanes*, ya que se han reportado 25 para *N. capensis* (Boden 1955 y Pillar 1985), 23 para *N. couchii* (Le Roux 1973) y 18 para *N. australis* (Sherard 1953; Mauchline y Fisher 1969). En las primeras dos especies se han reconocido las formas dominantes, así como sus principales secuencias de desarrollo.

Para la población de *N. simplex* de la costa occidental de Baja California durante mayo de 1986, julio de 1987 y 1988, se distinguieron, de manera general, dos tendencias en el desarrollo temprano de las furciliarias:

- A) Dominancia de secuencias relativamente cortas y directas que iniciaron con furciliias F(n) desarrolladas (F2', F3' y ocasionalmente FO) y con incrementos de talla elevados. Estas secuencias de desarrollo se presentaron en regiones con condiciones ambientales templadas y con altos valores de abundancia fitoplanctónica y biomasa zooplanctónica provocados por surgencias costeras, como las zonas frente a Bahía Magdalena en mayo de 1986 y al norte de Bahía San Juanico en 1987 y 1988. La coincidencia de la dominancia de éstas secuencias de desarrollo con los principales centros de eclosión sugieren que las condiciones ambientales aparentemente fueron óptimas para la reproducción y la crianza.
- B) Dominancia de secuencias de desarrollo más largas, que iniciaron con larvas F(n) poco desarrolladas F(1') frecuentemente F(0) e incrementos de talla reducidos, teniendo como consecuencia un aumento del número de formas F(sn) menos diferenciadas. Estas secuencias de desarrollo fueron dominantes en las regiones sureñas donde predominaron condiciones ambientales tropicales (altas temperaturas, concentraciones reducidas de fitoplancton y zooplancton, así como aguas estratificadas). Estas condiciones estuvieron localizadas al sur de Bahía Magdalena en 1986 y al sur de Bahía San Juanico en julio de 1987 y 1988; con excepción de la zona IV en 1987, en el resto de las regiones donde dominaron este tipo de secuencias dieron por resultado una baja abundancia de caliptopis, indicando probablemente condiciones menos favorables (al menos para la reproducción).

En las regiones que presentaron condiciones ambientales intermedias (ZIII 1987 y 1988), las proporciones entre ambos patrones de desarrollo fueron muy semejantes. Con relación a los estadios furciliias más avanzados (F7tsp-1 tsp), la reducción del número de espinas fue bastante constante reduciendo dos espinas en cada muda con una secuencia (7-5-3-3-1). Esta secuencia coincide con la reportada para *N. australis* (7-5-3-1) (Sherard 1953) y *N. capensis* (7-5-3-1) (Pillar 1985) y se modifica ligeramente para *N. couchii* (7-3-1) (Le Roux 1973).

El fenómeno de la dominancia de las formas larvales y la variabilidad en las secuencias de desarrollo de los eufáusidos ha sido ampliamente discutida en estudios de campo (Lebour 1926; MacDonald 1927; Fraser 1936; Sherard 1953; Mauchline 1959; Knight 1984; Bradford y Chapman 1988) y de laboratorio (Lasker 1966; Gopalakrishnan 1973; Le Roux 1973, 1974; Sameoto 1976; Pillar 1984, 1985). En particular estos últimos han mostrado que la temperatura, el tipo de alimento y su disponibilidad, desempeña un importante papel en la determinación de las tasas de crecimiento, frecuencia de mudas y la secuencia de aparición y setación de pleópodos de los eufáusidos. Le Roux (1973) y Ross (1981) consideraron que los factores genéticos también suelen ser importantes en la morfogénesis temprana de los eufáusidos.

En ocasiones las rutas de desarrollo obtenidas en el laboratorio pueden alterar ó inducir secuencias de aparición y **setación** de pleópodos incongruentes con lo encontrado en las muestras de campo (Boyd y Johnson 1963; Gopalakrishnan 1973).

N. simplex mostró la capacidad de seguir dos ó mas rutas de desarrollo simultáneamente, sin embargo, resulta problemático discernir si una secuencia de desarrollo es más eficiente que otra. Pillar (1985) exploró, bajo condiciones de laboratorio, los efectos de la calidad y cantidad de la dieta en la determinación del desarrollo larval, tasas de crecimiento y tiempo de desarrollo de *N. capensis*; encontrando que bajo condiciones de alimentación óptimas, tres de 23 rutas de desarrollo encontradas fueron dominantes (C3-2'-2'2"-1'4"), (C3-3'-2'3") y (C3-4'-1'4"), presentando un período de intermuda corto y una alta diferenciación morfológica entre una muda y otra. Por el contrario cuando existió un régimen de alimentación desfavorable dominaron las formas (1'), repercutiendo por un lado, en un período de intermuda mayor y por otro en el incremento del número de formas F(sn) con menores cambios morfológicos. Similares resultados fueron reportados por Le Roux (1973) para *N. couchii*, la cual presentó secuencias dominantes (0-3'-2'3") y (0-4'-1'4") bajo condiciones óptimas de reproducción y períodos de intermuda menores correlacionados a una adecuada alimentación.

Hoise y Ritz (1989) reportaron que en condiciones de laboratorio los **especímenes** de *N. australis* presentaban un encogimiento en su longitud total (crecimiento negativo) en respuesta a una dieta deficiente, esto también ha sido observado para *E. pacifica* (Lasker 1966), *E. superba* (Mackintosh 1967; Murano et al. 1979; Ikeda y Dixon 1982). Por otro lado, Ikeda y Dixon (1982) y Hopkins et al. (1984) sugirieron que el encogimiento de *E. superba* y *Thysanoessa inermis* durante los meses de invierno posiblemente constituyan un mecanismo para reducir la demanda metabólica cuando las condiciones de calidad y disponibilidad de alimento no son favorables.

Bajo este esquema, las secuencias de desarrollo cortas y con alta diferenciación larval encontradas en *N. simplex* posiblemente constituyan un reflejo de condiciones ambientales favorables para el desarrollo. Una posible ventaja de alcanzar el desarrollo completo de los pleópodos en relativamente pocas mudas, es que adquieren mayor capacidad de locomoción modificando su comportamiento (migración vertical) semejante a la de los juveniles, teniendo las ventajas adaptativas que le confiere ésta (Brinton y Wyllie 1976).

A pesar de que los datos de este estudio provienen de tres cruceros realizados en tres años distintos, las secuencias donde dominaron las formas F(2') y F(3') se presentaron consistentemente en las zonas más norteñas donde prevalecieron las menores temperaturas y mayor producción biológica asociadas con surgencias costeras, disminuyendo su dominancia hacia el sur donde las secuencias largas fueron más

evidentes y con incrementos en talla promedio pequeños ó inclusive de cero. Lo anterior puede ser indicio de que los patrones de desarrollo de *N. simplex* presentan marcadas diferencias en su distribución latitudinal como una respuesta a las condiciones ambientales.

La principal diferencia encontrada entre los tres cruceros fue la dominancia del estadio F(0) durante los meses de verano (Julio de 1987 y 1988) en relación a la primavera (mayo de 1986), que de acuerdo con Boden (1951) era considerada como una forma variante poco abundante. En los meses de verano este estadio frecuentemente inició la secuencia de desarrollo, aún en las rutas consideradas cortas (tipo A 0-2'-2'2"-1'4" como en la zona II 1988). Pillar (1985) describió que las rutas dominantes de *N. capensis* pasaban directamente de C3 a F(n), mientras que la transición entre (O'-2') y (O-3') estuvieron poco representadas.

En este estudio se encontraron formas larvales con alta abundancia que permitieron inferir que las secuencias (O'-2') y (O-3') fueron bastante frecuentes durante el verano, indicando por un lado diferencias importantes entre el desarrollo larval de éstos con respecto de la primavera (mayo). Al parecer las secuencias encontradas en mayo fueron más directas, posiblemente asociadas con la mayor intensidad de las surgencias, las cuales provocaron condiciones térmicas y de disponibilidad de alimento más favorables con respecto a los meses de julio.

Mauchline (1959) mencionó que en las zonas donde dominó la forma F(0) de *Meganctiphanes norvegica*, las tallas de los estadios posteriores fueron menores en comparación a regiones donde esta forma era ausente. En el caso de *N. simplex* las tallas promedio obtenidas mostraron que F(0) en julio de 1987 y 1988 fueron menores que en mayo de 1986; de manera particular, en la región ZII de 1988 con alta dominancia de F(0) (75 % de las FI), los estadios posteriores tuvieron longitudes promedio inferiores en comparación con especímenes del mismo estadio en otras regiones. El fenómeno de la variabilidad en la morfogénesis larval como una función de las condiciones ambientales ha sido reportado para las especies *Meganctiphanes norvegica* (Mauchline 1959; Le Roux 1974), *Euphausia superba* (Fraser 1936; Sherard 1953; Makarov 1974; Makarov y Maslennikov 1981); *Thysanoessa raschii* (Mauchline 1965) *E. pacifica* (Boden 1950, Endo y Komaki 1979; Knight 1984) y *E. lucens* (Pillar 1984).

Mauchline y Fisher (1969) y Mauchline (1980) resumieron la información de las secuencias de desarrollo de 62 especies de eufáusidos pertenecientes a ocho géneros y propusieron una hipótesis general sobre la influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo larval de los eufáusidos. Las especies oceánicas que viven en condiciones relativamente estables exhiben un desarrollo de pleópodos poco variable, este es el caso de los géneros *Nematoscelis*, *Stylocheiron* y *Thysanopoda*, así como la mayoría de las

especies de ***Euphausia***; mientras que las especies que habitan en condiciones ambientales altamente variables como en las aguas neríticas, presentan un alto grado de variabilidad en el desarrollo de pleópodos como los géneros ***Nyctiphanes***, ***Pseudeuphausia***, ***Thysanoessa*** y algunas especies de ***Euphausia***, particularmente las de el grupo III descrito por Brinton (1975).

Todas las especies que han sido reportadas con la capacidad de seguir distintas secuencias de desarrollo se caracterizan por presentar densas agregaciones, siendo por lo general, los eupáusidos dominantes de las regiones donde habitan. Esto sugiere que la flexibilidad y variabilidad en las secuencias de desarrollo inducidas por las condiciones ambientales pueden desempeñar un importante papel en el éxito **adaptativo** de estas especies en las regiones neríticas.

Los datos obtenidos con las furciliias de *N. simplex*, así como las formas larvales relativamente constantes encontradas en las 13 especies registradas en este estudio, parecen corroborar las generalizaciones antes mencionadas, considerando que la amplia plasticidad en el desarrollo larval de *N. simplex*, expresada fenotípicamente en diferentes formas larvales, indicaron respuestas adaptativas de la especie a condiciones ambientales altamente variables en la costa occidental de Baja California, considerada por algunos autores como una zona de transición entre las masas de agua del Pacífico Norte, Pacífico Central y del Pacífico Oriental Tropical (Brinton 1962; Roden 1971; Brinton y Reid 1986).

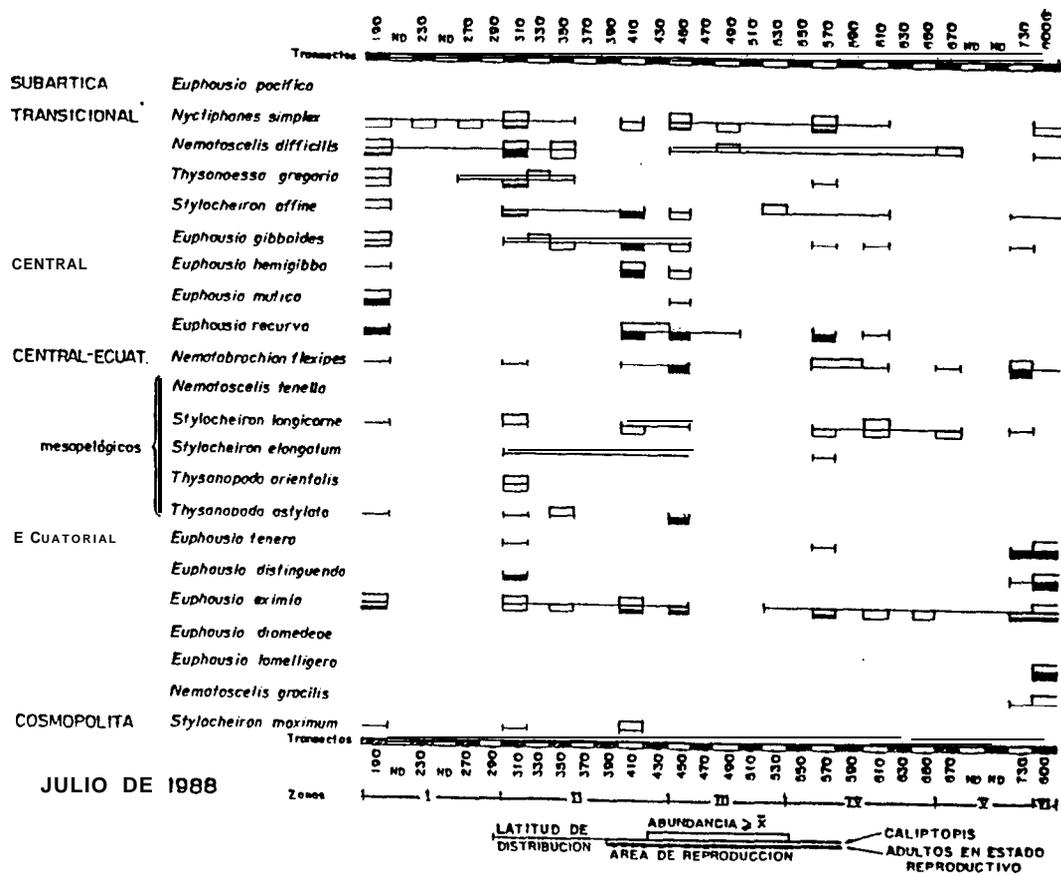


Fig. 68 Distribución latitudinal por transectos de las especies agrupadas por y afinidad biogeográfica, mostrando los lugares con abundancia superior al promedio y las regiones de reproducción por caliptopis (blanco) y adultos en estado reproductivo (negro), para el cruceros CICIMAR 8807.

CONCLUSIONES

- 1) La sucesión estacional de las especies de eufáusidos responde al ciclo estacional del Sistema de la Corriente de California; las especies de afinidad biogeográfica transicional dominaron las regiones cercanas a la costa; las especies de tipo ecuatorial en la porción sur y en la boca del Golfo de California y las especies de afinidad central-ecuatorial en las regiones oceánicas.
- 2) El moderado calentamiento superficial del agua registrado durante el fenómeno ENSO (1986-1988), se perfila como el principal agente ambiental que influyó la composición de especies de eufáusidos, repercutiendo positivamente en la dominancia de especies de afinidad transicional y ecuatorial e inversamente para las especies subárticas.
- 3) Las especies *Euphausia pacifica* de afinidad Subártica y *Nematoscelis tenella*, *Euphausia mutica* y *Euphausia hemigibba* de afinidad del Pacífico Central se consideraron expatriadas de su centro de reproducción.
- 4) *Nyctiphanes simplex* es la especie dominante en los ecosistemas de surgencia costeras de la costa occidental de Baja California; sus centros de reproducción responden de manera sensible al avance de aguas cálidas provenientes del sur.
- 5) Las regiones donde dominaron las furcillas F(2') y F(3') de *Nyctiphanes simplex* se presentaron consistentemente en las zonas norteñas donde prevalecieron las menores temperaturas y mayor producción biológica asociadas con surgencias costeras.
- 6) La variabilidad en la morfogénesis larval de *Nyctiphanes simplex* presenta marcadas diferencias en su distribución latitudinal como una posible respuesta a la temperatura y la disponibilidad de alimento.
- 7) El efecto combinado de una elevada fecundidad, evidenciada por presentar estadios cercanos a la eclosión y adultos en estado reproductivo a lo largo de todo el año, y la alta variabilidad en la morfogénesis temprana de las furcillas de *Nyctiphanes simplex*, son características importantes para explicar el éxito adaptativo de esta especie en la región de la costa occidental de la península de Baja California.
- 8) *Nyctiphanes simplex* y *Euphausia eximia* mostraron una distribución de abundancia complementaria, la primera domina las regiones costeras y la segunda en las regiones oceánicas.

- 9) ***Euphausia eximia*** presentó variaciones latitudinales de su estructura poblacional posiblemente en respuesta al régimen térmico, su reproducción estuvo confinada a aguas tropicales.
- 10) ***Nematoscelis difficilis*** presentó variaciones latitudinales de su estructura poblacional posiblemente en respuesta al régimen térmico, su reproducción estuvo confinada a aguas de la Corriente de California.
- 11) ***Nematoscelis difficilis*** tuvo una notable estacionalidad en su temporada de reproducción en comparación con las poblaciones de esta especie que habitan latitudes septentrionales.
- 12) La variabilidad en la estructura poblacional de ***Nematobranchion flexipes*** aparentemente no es efecto de la estacionalidad en su ciclo reproductivo, ya que las larvas al tener una distribución vertical profunda (> 600 m) fueron poco representadas en las muestras zooplanctónicas.

BIBLIOGRAFIA

- Almeyda, M. G. F. 1987. Características térmicas temporales del fenómeno de El Niño 1986/1987. CPPS, Boletín (23): 19-21.
- Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. **En** Ecosystem of the World 26 Estuaries and Enclosed Seas, Bostwick Ketchum, ed. Elsevier Scientific Publishing Company. pp. 427-449.
- Alvariño, A. 1967. Zoogeografía de California. Quetognatos Revta. Soc. mex. Hist. nat. México. 27: 199-243.
- Angel, M. V. 1991. Variations in time and space: Is biogeography relevant to studies of long-time scale change?. J. mar. biol. Ass. U. K. 71, 191-206.
- Antezana, T. 1970. Eufáusidos de la costa de Chile. Su rol en la economía del mar. Revta. Biol. mar. Univ. Chile. 14(2):19-27.
- Antezana, T., N. Aguirre, y R. Bustamante. 1976. Clave ilustrada y distribución latitudinal de los eufáusidos de el Océano Antártico (Crustacea, Zooplancton). Ser. Cient. Inst. Antárt. Chileno. 4(1):53-68.
- Bailey, K. M., R. C. Francis, y P.R. Stevens. 1982. The life history and fishery of Pacific whiting *Merluccius productus*. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 23:81-98.
- Bakun, A., y C. S. Nelson. 1977. Climatology of upwelling related processes off Baja California. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 19:107-127.
- Barber, R. T., y R. L. Smith. 1981. Coastal upwelling ecosystems. **En** Analysis of marine ecosystems. A. R. Longhurst, ed. New York: Academic Press. pp. 31-68.
- Baumgartner, T. R. y N. Christensen Jr. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. J. mar. Res. 43:825-848.
- Baumgartner, T. R., J. M. Robles, E. Valdez, E. Ferreira y J. R. Lara-Lara. (en prensa). Regulation of primary productivity in the Gulf of California by interaction of large-scale and local ocean processes. Progress in Oceanography.

- Beers, J. R. 1976. Volumetric methods. *En Zooplankton fixation and preservation*, Monographs on Oceanographic Methodology, H.F. Steedmann, ed. Paris: UNESCO Press. (4):54-60.
- Beirstein, R. L., L. Breaker, y R. Whritner. 1977. California Current eddy formation: ship, air and satellite result. *Science*. 195:353-359.
- Boden, B. P. 1950. The post-naupliar stages of the crustacean ***Euphausia pacifica***. *Trans. Am. microsc. Soc.* 69(4):373-386.
- 1951. The egg and larval stages of ***Nyctiphanes simplex*** a euphausiid crustacean from California. *Proc. Zool. Soc. London*. 121(3):575-527.
- . 1955. Euphausiacea of the Benguela Current, *Discovery Rep.* 27, 337-376.
- Boden, B. P., M. V. Johnson, y E. Brinton. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 6(8):247-400.
- Boyd, C. M., y M. W. Johnson. 1963. Variations in the larval stages of a decapod crustacean ***Pleuroncodes planipes*** Stimpson (Galatheidae). *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* Vol. 33 124(3):249-251.
- Bradford, J. M., y Chapman, B. 1988. ***Nyctiphanes australis*** (Euphausiacea) and an upwelling plume in western Cook Strait, New Zealand. *N.Z. JI. mar. Freshwat. Res.* (22):237-247.
- Brinton, E. 1957. Distribution, faunistics and evolution of pacific euphausiids. Doctoral Dissertation. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif., 269 pp.
- 1960. Changes in the distribution of Euphausiid crustaceans in the region of California Current. *Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep.* 7:137-146.
- . 1962. The distribution of Pacific euphausiids. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 8:51-270.
- 1967. Vertical migration and avoidance capability of euphausiids in the California Current. *Limnol. Oceanogr.* 12(3):451-483.
- 1973. Distributional atlas of Euphausiacea (Crustacea) in the California Current Region. Part 1. *Calif. coop. ocean. Fish. Invest.* 18:1-336.

- . 1975. Euphausiids of southeast Asian waters. The University California Scripps Institution of Oceanography. La Jolla California. NAGA Rept. Scripps Inst. Oceanogr. Vol. 4, Parte 5, 287 pp.
- . 1976. Population biology of *Euphausia pacifica* off southern California. Fish. Bull. 74(4):733-762.
- . 1978. Observations of spermatophores attached to pleopods of preserved male euphausiids. Crustaceana. 35(3):241-249.
- . 1979. Parameters relating to the distribution of planktonic organisms, especially euphausiids in the Eastern Tropical Pacific. Prog. Oceanogr. 8(3):125-189.
- . 1981. Euphausiid distributions in the California Current during the warm winter-spring of 1977-78, in the context of a 1949-1966 time series. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 22:135-154.
- Brinton, E., y J. G. Willie. 1976. Distributional atlas of the euphausiid growth stages off southern California. 1953 through 1956.- Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Atlas 24, 289 pp.
- Brinton, E., y A. W. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf of California, The 1957 cruises. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 21:211-236.
- Brinton, E., y J. L. Reid. 1986. On the effect of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of California Currents. *En Pelagic Biogeography*, Pierrot-Bults, Van der Spoel, Zahuranec and Johnson, eds. UNESCO Tech. Pap. (49):25-34.
- Brinton, E., A. Fleminger, y D. C. Siegel. 1986. The temperate planktonic biotas of the Gulf of California. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 27:228-266.
- Brodeur, R. D. 1986. Northward displacement of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* Hansen to Oregon and Washington waters following the El Niño event of 1982-83. J. crustacean Biol. 6(4):686-692.
- Brown, R. G. B., S. P. Barker, y D. E. Gaskin. 1979. Daytime surface swarming by *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars) (Crustacea, Euphausiacea) off Brier Island, bay of Fundy. Can. J. Zool., 57, 2285-2291.

- Brusca, R. C., y B. R. Wallerstein. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the Northeast Pacific, with a review of shadow water zoogeography of the area. *Bull. biol. Soc. Wash.* 3:67-105.
- Bustillos-Guzman, J. 1990. Biomasa proteica, de carbohidratos y clorofila de las fracciones de nanopartículas de la **region** de las grandes islas y central del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR, La Paz, B.C.S., México. 104 pp.
- Casanova, B. 1974. Les euphausiaces de Mediterranee (Systematique et développement larvaire. Biogéographie et Biologie). Tesis doctoral **L'Universite de Provence** (Aix-Marseille 1). Capitulo II Les **larves**. pp. 33-131.
- Cervantes, D. R., y R. G. Guerrero. 1990. Atlas de Parámetros físicoquímicos de la Costa Occidental de B.C.S., 1983 y 1986. CICIMAR, 81 pp.
- CICIMAR. 1986. Plancton del Noroeste Mexicano. Informe anual de Proyecto CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México. 40 pp.
- . 1988. Caracterización de la zona de **transición** templado tropical del Pacífico Mexicano con base a las comunidades planctónicas. Informe anual de Proyecto CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México. 195 pp.
- . 1990. Investigaciones Ecológicas del plancton del Noroeste Mexicano. Informe anual de Proyecto CICIMAR-IPN Clave DEPI 842567 Parte 1 CICIMAR. pp. 112-141.
- . 1991. Estudio planctónico de la Zona Económica Exclusiva Mexicana del Pacífico frente a Baja California Sur. Informe anual de Proyecto CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México. 105 pp.
- , Cole, A. D., y D. R. McLain. 1989. Interannual variability of temperature in the upper layer of the North Pacific Eastern Boundary **region**, 1971-1987. NOAA **Tech. Mem. NMFS.**, 17 pp.
- Chelton, D. B. 1982. Large-scale response of the California Current to forcing by wind stress curl. *Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep.* 23:130-148.
- Deser, C., y J. M. Wallace. 1987. El Niño events and their relation to the Southern Oscillation: 1925-1986. *J. geophys. Res.* C13(92): 14.189-14.196.

- Dietz, R. S. 1962. Las capas marinas de reflexion profunda. *En* Selecciones de **Scientific American**, Oceanografía. Madrid: H Blume Ediciones, pp. 342-349.
- Endo, Y., y Y. Komaki. 1979. Larval stages of euphausiids with descriptions of those of *Thysanoessa longipes* Brandt. **Bull.** Japan Sea reg. Fish. Res. Lab., No. 30, pp. 97-110.
- Fager, E. W., y J. A. McGowan, 1963. Zooplankton species groups in the North Pacific. *Science*. 3566(140):453-460.
- Felder, L. D., J. W. Martin, y J. W. Goy. 1985. Patterns in early postlarval development of decapods. *En* Crustaceans growth: Larval growth, Crustacean issue 2, A. M. Wenner, ed. Boston: A. A. Bakelma Rotterdam. pp. 163-225.
- Fraser, F. C. 1936. The development and distribution of young stages of krill (*Euphausia superba*). *Discovery Rep.* 14: 1-192.
- Gárate-Lizagarra, I. 1989. Nuevos registros de especies del género *Rhizosolenia* en la región Central del Golfo de California y Bahía Magdalena, B.C.S. *Investigaciones Marinas CICIMAR*. 4(2):287-293.
- Gendron, L. D. 1990. Relación entre la abundancia de eufáusidos y de ballenas azules (*Balenoptera musculus*) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR, La Paz, B.C.S., México, 78 pp.
- Glynn, P. W. 1988. El Niño-Southern Oscillation 1982-1983: nearshore population, community, and ecosystem responses. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19:309-345.
- Gómez, V. J. 1984. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California Sur. *Ciencias Marinas*. 9(2):75-86.
- Gómez, V. J., y M. Vélez. 1982. Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la Corriente de California. *Ciencias Marinas*. 8(2):167-178.
- González-López, I. 1991. Estructura de las asociaciones del fitoplancton del norte del Golfo de California en septiembre de 1987. *Memorias de resúmenes del VIII Simposium Internacional sobre Biología marina*. Ensenada, B. C., México. p 31.
- Gopalakrishnan, K. 1973. Development and growth studies on the euphausiid *Nematoscelis difficilis* (Crustacea) based on rearing. **Bull.** Scripps Inst. Oceanogr. 20: 1-87.

- . 1974. Zoogeography of the genus *Nematoscelis* (Crustacea. Euphausiacea). *Fish. Bull.* **72(4)**: 1039-1074.
- . 1975. Biology and taxonomy of the genus *Nematoscelis* (Crustacea. Euphausiacea). *Fish. Bull.* **73(4)**:797-814.
- Green-Ruíz, Y. A. 1986. Variación cualitativa y cuantitativa de los eufáusidos (Crustacea Malacostraca) en un ciclo estacional en el pacífico Oriental de Baja California Sur. Tesis de licenciatura Universidad Nacional Autónoma de México, 179 pp.
- Griffiths, R. C. 1963. Studies of oceanic fronts in the mouth of the Gulf of California, an area of tunna migrations. Food and Agriculture Organization of United Nations, Fisheries Report **6(3)**: 1583-1609.
- . 1965. A study of ocean fronts off Cabe San Lucas, Lower California. United States Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report-Fisheries No. 499, 53 pp.
- Guglielmo, L., y G. Zagami. 1985. Role of euphausiids in the DSL of Western Mediterranean Sea. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia.* (15): 191-206.
- Haury, L. R., J. A. McGowan, y P. H. Weibe. 1978. Patterns and processes in the time-space scales of plankton communities. Plenum, New York. pp. 227-327.
- Hernández-Trujillo, S. 1989. Los copépodos del Pacífico Sudcaliforniano en enero de 1984. *Inv. Mar. CICIMAR.* **2(4)**:233-240.
- . 1991. Patrones de distribución y abundancia de *Calanus pacificus* en relación a la temperatura superficial en el Pacífico de Baja California Sur, México (1982-1986). *Rev. Inv. Cient.* **2(1)**:56-64.
- Hernández-Vázquez, S., D. B. Lluch, D. C. Lluch, y C. Z. Salinas. 1991. Interannual variability of sardine and anchovy eggs and larvae in the Southern California Bight related to the sea surface temperature, upwelling index and small zooplankton biomass: 1951-1988. *CalCOFI Conference Arrowhead Calif. Abstract* S-8.
- Hewitt, R. 1981. Eddies and speciation in the California Current. *Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep.* **22**:96-98.
- Hopkins, C. C. E., K. S. Trande, S. Gronvik, y J. R. Sargent. (1984). Ecological investigation of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway:an

- analysis of growth and overwintering tactics in relation to niche and environment in *Metridia longa* (Lubbock), *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Thysanoessa inermis* (Kroyer) and *T. raschi* (M. Sars). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 82:77-99.
- Hosie, G. W., y D. A. Ritz. 1983. Contribution of molting and eggs to secondary production in *N. australis* (Crustacea:Euphausiacea). Mar. Biol. 77:215-220.
- Hosie, G. W., y D. A. Ritz. 1989. Body shrinkage in the sub-tropical euphausiid *Nyctiphanes australis* G. O. Sars. J. Plankt. Res. 3(11):595-598.
- Ikeda, T., y P. Dixon. 1982. Body shrinkage as a possible over-wintering mechanism of the Antarctic krill, *Euphausia superba* Dana. J. expl. mar. Biol. Ecol. 62: 143-151.
- Jacobs, W. C. 195 1. The energy exchange between the sea and the atmosphere and some of its consequences. Bull. Scripps Inst. Oceanog. (6):27-122.
- Johnson, M. W., y E. Brinton. 1963. Biological species, water masses, and currents. *En The Seas*, M. N. Hill, ed. New York: John Wiley, Interscience. 2:381-414.
- Karoly, D. J., y B. Lavery. 1989. The 1986-1988 EnSO event. Trop. Otean-Atmosphere Newsletter. 49: 1-2.
- Kaylor, J. D., y R. J. Learson. 1985. Krill and its utilization: A review. Northeast Fisheries Center Gloucester Laboratory, national Marine Fisheries Service. NOAA. (212): 1-10.
- Knight, M. D. 1975. The larval development of Pacific *Euphausia gibboides* (Euphausiacea). Fish. Bull. 73(1): 145-169.
- . 1980. Larval development of *Euphausia eximia* (Crustacea: Euphausiacea) with notes on its vertical distribution und morphological divergence between populations. Fish. Bull. 78(2):313-335.
- . 1984. Variation in larval morphogenesis within the Southern California Bigh population of *Euphausia pacifica* from winter trough summer, 1977- 1978. Calif. coop.ocean. Fish. Invest. Rep. 25:87-99.
- Komaki, Y. 1967. On the surface swarming of euphausiids crustaceans. Pacif. Sci. 21:433-448.

- Lander, M. A. 1989. A comparative analysis of the 1987 ENSO event. *Trop. Ocean-Atmosphere Newsletter*. 49:3-6.
- Lasker, R. 1966. Feeding, growth, respiration and carbon utilization of a euphausiid shrimp, *J. Fish. Res. Bd. Can.* 23:1291-1317.
- Lavaniegos-Espejo, B. 1987. Efectos del evento de El Niño 1982-83 sobre las poblaciones de euphausiidos del Golfo de California. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B. C., 112 pp.
- Lavaniegos-Espejo, B., J.L. Lara y E. Brinton. 1989. Effects of the 1982-83 El Niño event on the euphausiid populations of the Gulf of California. *Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep.* 30:73-87.
- Lebour, M. V. 1922. The food of plankton organisms. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 12:644-677.
- 1924. The euphausiidae in the neighbourhood of Plymouth and their importance as herring food. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 13:402-431.
- . 1925. The euphausiidae in the neighbourhood of Plymouth. II *Nyctiphanes couchii* and *Meganyctiphanes norvegica*. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 13:810-847.
- . 1926. A general survey of larval Euphausiids with a scheme for their identification. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 14:519-527.
- Lechuga-Devéze C. H., J. Bustillos Guzmán y D. J. López Cortés. 1989. Proteínas y carbohidratos de la materia orgánica particulada fotosintética y no fotosintética en la costa occidental de Baja California Sur, México. *An. Inst. Ciénc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 16(2):353-360.
- Le Févre, J. 1986. Aspect of the biology of frontal Systems. *Adv. mar. Biol.* 23:163-299.
- Le Roux, A. 1973. Observation sur le developpement larvaire de *Nyctiphanes couchii* (Crustacea: Euphausiacea) au laboratoire. *Mar. Biol.* 22: 159- 166.
- . 1974. Observation sur le developpement larvaire de *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea:Euphausiacea) au laboratoire. *Mar. Biol.* 26:45-56.

- Lewis, J. B. 1955. Some larval euphausiids of the genus ***Stylocheiron*** from Florida Current. **Bull. mar. Sci. Gulf. Caribb.** 5(3):190-202.
- Loeb, V. J., P. E. Smith y G. Moser. 1983. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California Current area, 1975. **Calif. coop.ocean. Fish. Invest. Rep.** 24:109-131.
- Longhurst, A. R. 1967a. Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. **Deep-Sea Res.** (14):393-408.
- . 1967b. Vertical distribution of zooplankton in relation to the eastern Pacific oxygen minimum. **Deep-Sea Res.** (14):5 1-63.
- López-Cortés D. J., C. H. Lechuga Devéze, y J. Bustillos Guzmán. 1990. Biomasa proteica y de carbohidratos- del mesoplancton en la costa occidental de Baja California Sur. **Rev. Lat-amer. Microbiol.** 32: 109-1 16.
- Lynn, R. J., K. A. Bliss, y L. E. Eber. 1982. Vertical and horizontal distributions of seasonal mean temperature, salinity, sigma-t, stability, dynamic height, oxygen and oxygen saturation in the California Current, 1950-1978. **Calif. coop.ocean. Fish. Invest. Atlas** 30., 513 pp.
- Lynn, R. J., y J. J. Simpson. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. **J. geophys. Res.** 92: 12.947-12.966.
- Lynn, R. J., y J. J. Simpson. 1990. The flow of the Undercurrent over the continental borderland off Southern California. **J. geophysical Res.** C8(95): 12,995 13008.
- MacDonald, R. 1927. Irregular development in the larval history of ***Meganyctiphanes norvegica***. **J. mar. biol. Ass. U.K.** 14:785-794.
- Mackintosh, N. A. 1967. Maintenance of living ***Euphausia superba*** and frequency of moults. **Norks Hvalfangsttid.** (56):97-102.
- . 1970. Whales and krill in the Twentieth Century. En **Antarctic ecology**, M. W. Holdgate ed. London: Academic Press. (1):195-212.
- Makarov, R. R. 1974. Dominance of larval forms in euphausiid (Crustacea:Eucarida) ontogenesis. **Mar. Biol.** 27:93-100.

- Makarov, R. R., y Maslennikov V. V. 1981. Ecology of larval development of the crustacean *Euphausia superba*. Change in dominant larval forms as a function of environmental conditions. Mar. Ecol.-Prog. Ser. (4):265-271.
- Makridakis, S., y S. C. Weelwrigh. 1978. Forecasting methods and application. John Wiley and Sons. New York. 717 pp.
- Mauchline, J. 1959. The development of the euphausiacea (Crustacea) especially that of *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars). Proc. zool. Soc. Lond. 132(4):627-639.
- 1965. The larval development of the euphausiid, *Thysanoessa raschii* (M. Sars). Crustaceana. 1(9):31-40.
- . 1967. Feeding appendages of the Euphausiacea (Crustacea). J. Zool. Lond. 153:1-43.
- 1968. The development of the eggs in the ovaries of euphausiids and estimates of fecundity. Crustaceana. 14: 155-163.
- . 1971. Euphausiacea larvae. Conseil International pour l'exploration de la mer. Zooplankton Sheet 135/137, 16 pp.
- 1980. The biology of mysids and euphausiids. Part II: The biology of euphausiids. Adv. mar. Biol. 18:373-623.
- Mauchline, J., y L. R. Fisher. 1969. The biology of euphausiids. Adv. mar. Biol. 7:1-454.
- Mc Gill, R., J. W. Tukey, y W. A. Larsen. 1978. Variation of box plots. Am. Statistician. 32: 12-16.
- McGowan, J. A. 1971. Oceanic biogeography of the Pacific. *En* The micropaleontology of Oceans, B. M. Funnell y W. R. Riedel eds. Cambridge University Press. pp. 3-74.
- McLain, D. R., E. B. Russell, y J. G. Norton. 1985. Anomalous warm events in the Boundary Current Systems. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 26:51-64.
- McPhaden, M. J., S. P. Hayes, y L. J. Magnum. 1990. Variability in the western equatorial Pacific Ocean during the 1986-87 El Niño/Southern Oscillation event. J. phys. Oceanogr. 20: 190-208.

- Montemayor, L. G. 1986. Identificación, frecuencia y distribución de estadios de desarrollo de eupáusidos en la costa Pacífica de Baja California Norte. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada, 70 pp.
- . 1987. Patrón de crecimiento de tres especies de eupáusidos (**Crustacea: Euphausiacea**) del área de Ensenada, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 13(1):52-60.
- Moore, H. B. 1950. The relation between the **euphausiacea** and the scattering layer. *Biol. Bull.* 99: 181-212.
- . 1952. Physical factors affecting the distribution of euphausiids in the North Atlantic. *Bull. mar. Sci. Gulf Carib.* 1(4):278-395.
- Morrisey, M. L., y M. A. Lander. 1988. Do equatorial westerlies precede El Niño?. *Trop. Ocean-Atmosphere Newsletter*. 46: 1-5.
- Murano, M., S. Segawa, y M. Kato. 1979. Moulting and growth of the Antarctic krill in laboratory. *Trans. Tokyo Univ. Fish.*, 3:99-106.
- Nemoto, T. 1957. Foods of baleen whales in the Northern Pacific. *Scient. Repts. Whales Res. Inst., Tokyo*. 12:33-89.
- Nemoto, T., K. Kamada, y H. Hara. 1972. Fecundity of a euphausiid crustacean, *Nematoscelis difficilis*, in the North Pacific Ocean. *Mar. Biol.* 1(14):41-47.
- Nepgen, C. S. 1957. The euphausiids of the west coast of south Africa. *Investl Rep. Div. Fish. Un. S. Afr.* 28:1-30.
- Neshyba, S. 1986. *Oceanography Perspectives on a fluid earth*. John Wiley & Sons, 506 pp.
- Nicol, S. 1984. Population structure of daytime surface swarms of euphausiid *Meganyctiphanes norvegica* in the Bay of Fundy. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.* (18):241-251).
- Olson, R. J. 1980. Synopsis of biological data on the Southern bluefin tuna *Tunnus maccoyii* (Castelnau, 1872). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep.* (2):151-212.

- Owen, W. R. 1981. Fronts and eddies in the sea: mechanisms, interactions and biological effects. **En** Analysis of Marine Ecosystems, A. R. Longhurst ed. London: Academic Press. pp. 197-233.
- Parson, R. T., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods of seawater analysis. Pergamon Press., 173 pp.
- Pianka, E. R. 1974. Evolutionary ecology. Harper & Row, Publishers, 356 pp.
- Pickard, G. L. 1964. Descriptive physical oceanography. Pergamon, Oxford, England, 121 pp.
- Pieper, R. E. 1979. Euphausiid distribution and biomass determined acoustically at 102 kHz. Deep-Sea Res. 26/6A:687-702.
- Pillar, S. C. 1984. Laboratory studies on the larval growth and development of **Euphausia lucens** (Euphausiacea). S. Afr. J. Mar. Sci., 2:43-48.
- . 1985. Laboratory studies on the larval growth and development of **Nyctiphanes capertsis** (Euphausiacea). J. Plankt. Res. 2(7):223-240.
- Pillar, S. C., y C. Stewart. 1988. Population structure, reproductive biology and maintenance of **Euphausia lucens** in the Southern Benguela Current. J. Plankt. Res. 6(10):1083-1098.
- Ponomareva, L. A. 1969. Investigations on some tropical euphausiid species of the Indian Ocean. Mar. Biol. 3:81-86.
- Prosser, C. L. 1973. Temperature. **En** Comparative animal physiology, C. L. Prosser, ed. Tercera edición, Saunders. pp. 362-420.
- Quinn, W. H., y V. T. Neal. 1987. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. J. Geol. Res. 92(C13): 14449-14461.
- Raymond, J. E. G. 1983. Plankton and productivity in the oceans. Segunda edición. Vol. II, Zooplankton. Pergamon Press, 811 pp.
- Reid, J. G., G. Roden, y J. Willie. 1958. Studies of the California Current System. Calif. coop. ocean. Fish. Invest. Rep. 1 July 1956 - 11 January 1958. pp. 27-57.

- Reid, J. L., E. Brinton, A. Fleminger, E. L. Vernick, y J. A. McGowan. 1978. Ocean circulation and marine life. **En Advances in oceanography**, H. Charnock y G. Deacon eds. Plenum Publishing Corp. pp. 65-130.
- Riley, J. P. y G. Skyrrow. 1975. Chemical Oceanography. Academic Press, 647 pp.
- Roden, I. G. 1971. Aspect of the transition zone in the Northeastern Pacific. J. geophys. Res. 5(76):3462-3475.
- Roger, C. 1973. Recherches sur la situation trophique d'un groupe d'organismes pélagiques (Euphausiacea). 5: Relations avec les thons. Mar. Biol. 19:61-65.
- Roger, C., y R. Grandperrin. 1976. Pelagic food in the tropical Pacific. Limnol. Oceanogr. 5(21):731-734.
- Ross, R. M. 1981. Laboratory culture and development of *Euphausia pacifica*. Limnol. Oceanogr. 26(2):235-246.
- Sameoto, D. D. 1976. Respiration rates, energy budgets and moulting frequencies of three euphausiids found in the Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Bd. Can. 33:2568-2576.
- Sánchez-Hidalgo, M. 1989. Gasterópodos holoplanctónicos de la Costa Occidental de Baja California Sur, en mayo y junio de 1984. Inv. Mar. CICIMAR. 1(4):1-14.
- Sánchez-Osuna, D., y M. Hendrickx. 1984. Resultados de las campañas SIPCO (Sur de Sinaloa, México) a bordo del B/O "El Puma" .- Abundancia y distribución de los Euphausiacea (Crustacea: Eucarida). An. Cent. Cienc. Mar. Limnol. Univ. nac. autón. Méx. 11(1):99-106.
- Sars, G. O. 1885. Report on the Schizopoda. Callenger Rep. Zool. 5:1-228.
- Sayed, E. 1984. Krill-The enigma of the Deep South. Whalerwatcher Fall. pp. 13-16.
- Sherard, K. 1953. Taxonomy, distribution and development of euphausiacea (Crustacea). B.A.N.Z. Antarctic Research Expedition 1921-31 report, Series B. 8(1):3-72.
- Simpson, J. J. 1987. Transport processes affecting the survival of pelagic fish stocks in the California Current. American Fishery Society Symposium. 2:39-60.

- Smiles, M. C., y W. G. Pearcy. 1971. Size structure and growth rate of *Euphausia pacifica* off the Oregon coast. Fish. Bull. 69(1):287-400.
- Smith, P. E., y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. F.A.O. Doc. Tec. Pesca. No. 175, 107 pp.
- Sverdrup, H. V., M. W. Johnson, y R. H. Fleming. 1942. The Oceans: Their Physics, Chemistry and Biology general. Pretince Hall, Inc., New York, 1087 pp.
- Tarazona, J., H. Salzwedel y W. Arntz. 1988. Positive effects of “El Niño” on the macrozoobenthos inhabiting hypoxic areas of the Peruvian upwelling system. Oecologia. 76: 184-190.
- Tomczak, M. Jr. 1981. Coastal upwelling system and Eastern Boundary Currents: A review of terminology . Geoforum. 2(12): 179- 191.
- Valentine, J. W. 1973. Evolutionary Paleocology of the marine biosphere. Pretince Hall, Inc, 511 pp.
- Weiss, R. F. 1970. The solubility of nitrogen, oxigen and argon in water and sea water. Deep Sea Res. 17(4):721-735.
- Wooster, W. S., y J. L. Reid, Jr. 1963. Eastern boundary currents. *En* The sea, M. N. Hill, ed. New York: Interscience Pub. pp. 253-280.
- Wyrtki, K. 1965. Surface current of the eastern equatorial Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 9(5):270-304.
- 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. J. Oceanol. and Limnol. 2(1):117-147.
- Youngbluth, M. J. 1975. The vertical distribution and diel migrations of euphausiids in the central waters of the eastern South Pacific. Deep-Sea Res. 22:519-536.
- . 1976. Vertical distribution and diel migration of euphausiids in the central region on the California Current. Fish. Bull. U.S. 74(4):925-936.