

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y POSGRADO  
ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

**BIOLOGIA, ECOLOGIA Y PESCA  
DEL LANGOSTINO *Macrobraconium  
tenellum* (SMITH 1871), EN  
LAGUNAS COSTERAS DEL ESTADO  
DE GUERRERO, MEXICO.**

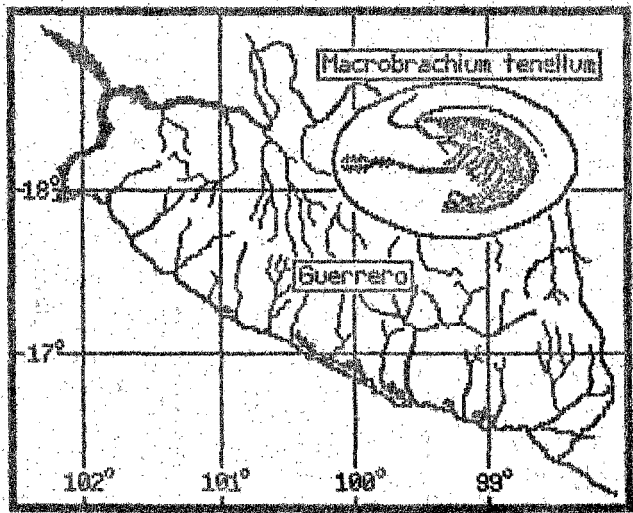
Tesis que para optar al Grado  
de Doctor en Ciencias del Mar,  
especialidad en  
Ocenografía Biológica y Pesquera

presenta el:

M. en C. Manuel Guzmán Arroyo

México

1987



# INDICE

	pp.
RELACION DE CUADROS	I
RELACION DE FIGURAS	IV
RECONOCIMIENTOS	IX
<b>1 RESUMEN - ABSTRACT</b>	<b>1-1</b>
<b>2 INTRODUCCION</b>	<b>2-1</b>
2.1 Programa de investigación	2-2
2.1.1 Subprograma ambiental	2-3
2.1.2 Subprograma biológico	2-2
2.1.3 Subprograma pesquero	2-3
2.1.4 Integración	2-3
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>3-1</b>
3.1 Objetivo general	3-1
3.2 Objetivos particulares	3-1
3.2.1 Objetivo ambiental	3-1
3.2.2 Objetivo biológico	3-1
3.2.3 Objetivo pesquero	3-1
<b>4 ANTECEDENTES</b>	<b>4-1</b>
4.1 Antecedentes ambientales	4-1
4.2 Antecedentes biológicos y pesqueros	4-2
4.2.1 Antecedentes del Grupo <i>Macrobrychium</i>	4-3
<b>5 METODOLOGIA</b>	<b>5-1</b>
5.1 Red de estaciones	5-1
5.1.1 Red general de estaciones	5-1
5.1.2 Red de estaciones: Laguna de Tres Palos	5-2
5.2 Material y métodos	5-11
5.2.1 Subprograma ambiental	5-11
5.2.2 Subprograma biológico	5-13
5.2.3 Subprograma pesquero	5-13
5.3 Programoteca	5-16
<b>6 AREA DE ESTUDIO</b>	<b>6-1</b>
6.1 Area general	6-1
6.2 Areas de trabajo	6-1
<b>7 ASPECTOS AMBIENTALES</b>	<b>7-1</b>
7.1 Aspectos generales	7-1
7.1.1 Fisiografía	7-1
7.1.2 Climatología	7-2
7.1.3 Edafología	7-10
7.2 Morfometría lagunar	7-11
7.2.1 Origen y clasificación	7-11
7.2.2 Descripción morfométrica	7-11
7.2.3 Asociación entre lagunas	7-20

	Pp.
7.3 Ornicometría	7-24
7.3.1 Sistema Lagunar Costero	7-24
7.3.2 Laguna de Tres Palos	7-24
7.4 Hidrología	7-36
7.4.1 Regiones hidrográficas	7-36
7.4.2 Ríos	7-37
7.4.3 Sistema Lagunar Costero	7-38
7.4.4 Laguna de Tres Palos	7-42
7.5 Regiones naturales	7-51
7.5.1 Flora	7-51
7.5.2 Fauna	7-55
<b>8 ASPECTOS BIOLÓGICOS</b>	<b>8-1</b>
8.1 Identidad	8-1
8.1.1 Posición supragenérica	8-1
8.1.2 Posición genérica	8-2
8.1.3 Posición específica	8-2
8.1.4 Nomenclatura	8-3
8.1.5 Biometría	8-7
8.2 Distribución	8-19
8.2.1 Distribución genérica	8-19
8.2.2 Distribución específica	8-21
8.2.3 Distribución y abundancia	8-27
8.3 Ecología	8-31
8.3.1 Relaciones ambientales y gramométricas	8-31
8.3.2 Relaciones interespecíficas	8-34
8.3.3 Parásitos	8-40
8.4 Biología	8-47
8.4.1 Sexualidad	8-47
8.4.2 Fecundidad	8-60
8.4.3 Desarrollo	8-70
8.4.4 Reproducción	8-83
8.4.5 Alimentación	8-98
8.5 Dinámica poblacional	8-98
8.5.1 Estructura de la población	8-98
8.5.2 Reclutamiento	8-101
8.5.3 Crecimiento	8-116
8.5.4 Mortalidad	8-136
<b>9 ASPECTOS PESQUEROS</b>	<b>9-1</b>
9.1 Cobertura del arte de pesca	9-1
9.1.1 Cobertura de área para la atarraya	9-1
9.1.2 Cobertura de área para el chinchorro	9-2
9.1.3 Cobertura de área para la red de arrastre	9-2
9.2 Selectividad de los artes de pesca	9-8
9.2.1 Selectividad del chinchorro	9-8
9.2.2 Selectividad de la red de arrastre	9-9
9.3 Producción pesquera en la Laguna de Tres Palos: 76 y 81	9-12
9.3.1 Captura	9-13
9.3.2 Esfuerzo	9-17
9.3.3 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	9-22

	pp.
<b>9.4 Modelos de producción</b>	<b>9-26</b>
9.4.1 Captura comercial	9-26
9.4.2 Producción y ambiente	9-27
9.4.3 Producción por áreas	9-29
9.4.4 Bionasa máxima	9-31
9.4.5 Comparación de resultados	9-33
<b>10 APROVECHAMIENTO</b>	<b>10-1</b>
<b>10.1 Via la Pesca</b>	<b>10-2</b>
10.1.1 Producción nacional	10-2
10.1.2 Tendencias en la producción	10-4
10.1.3 Ecología de la producción	10-7
10.1.4 Artes y métodos de pesca	10-8
<b>10.2 Via la Acuicultura</b>	<b>10-10</b>
10.2.1 Cultivo del grupo <i>Sacntrachium</i>	10-10
10.2.2 Sistemas de cultivo	10-11
10.2.3 Evaluación acuacultural	10-12
10.2.4 Modelos bioeconómico	10-15
<b>11 CONCLUSIONES</b>	<b>11-1</b>
11.1 Aspectos ambientales	11-1
11.2 Aspectos biológicos	11-3
11.3 Aspectos pesqueros	11-6
11.4 Alternativas de aprovechamiento	11-6
<b>12 RECOMENDACIONES</b>	<b>12-1</b>
<b>13 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>13-1</b>
<b>13.1 Fuentes de documentación</b>	<b>13-1</b>
13.1.1 Publicaciones especializadas	13-1
13.1.2 Bibliotecas	13-2
<b>13.2 Referencias bibliográficas</b>	<b>13-3</b>
<b>14 ANEXOS</b>	<b>14-1</b>

3

**RELACION DE CUADROS**

<b>2 INTRODUCCION</b>	<b>pp.</b>
Programa de Investigación	
2.1 Organización de la Investigación	2-3
<b>3 METODOLOGIA</b>	
3.1 Etapas, áreas y estaciones	5-2
3.2 Estratos y áreas y estaciones	5-10
3.3 Estaciones, nombres y códigos	5-10
3.4 Estructura de la información	5-15
3.5 Programas de cómputo	5-16
<b>4 AREA DE ESTUDIO</b>	
4.1 Ambientes y localidades de estudio	4-1
<b>7 ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>Climatología</b>	
7.1 Duración del día, (Tres Palos)	7-3
7.2 Datos climatológicos	7-7
<b>Morfometría.</b>	
7.3 Características morfométricas (Mitlal)	7-12
7.4 Características morfométricas (Coyula)	7-14
7.5 Características morfométricas (Tres Palos)	7-16
7.6 Características morfométricas (Chautengo)	7-18
7.7 Semimatriz de correlaciones	7-20
7.8 Eigen valores y varianza porcentual	7-20
7.9 Matriz factorial	7-21
<b>Granulometría</b>	
7.10 Número y proporción de estaciones de acuerdo al tipo de sedimento en T. Palos	7-24
7.11a Contenido porcentual y clasificación litológico textural de los sedimentos	7-27
7.11b Contenido porcentual y clasificación litológico textural de los sedimentos	7-28
7.12 Composición de los principales grupos granulométricos de Tres Palos	7-32
7.13 Composición de los sedimentos por profundidad y tipo en Tres Palos	7-34
<b>Hidrología</b>	
7.14 Cuenta y descarga de los ríos de los ríos costeros del Estado de Guerrero	7-37
7.15 Áreas y volumen de las lagunas costeras del Estado de Guerrero	7-38
7.16 Parámetros ambientales, máximos y mínimos de las lagunas costeras de Guerrero	7-40
7.17 Coeficientes Beta de la correlación múltiple de las variables ambientales	7-48
<b>8 ASPECTOS BIOLÓGICOS</b>	
<b>Identidad</b>	
8.1 Posición supragenérica	8-1
<b>Biometría.</b>	
8.2 Variables biométricas	8-8
8.3 Valores promedios y máximos	8-11
8.4 Coeficiente de variación y proporción	8-12
8.5 Tipificación de las variables biométricas	8-17
<b>Distribución</b>	
8.6 Fuente de los registros	8-23
8.7a Registros geográficos en México I	8-24
8.7b Registros geográficos en México II	8-25
8.8 Registros geográficos en otros países	8-26

## Ecología

8.9	Coefficientes de regresión múltiple entre biomasa y variables ambientales	8-32
8.10	Especies dominantes en la Laguna de Tres Palos	8-34
8.11	Especies de macroinvertebrados	8-37
8.12	Frecuencia de aparición por mes y localidad del parásito <i>E. pandalicola</i>	8-40
8.13	Frecuencia de aparición total del parásito <i>E. pandalicola</i>	8-40
8.14	Distribución por clase de talla y localidad de los organismos parasitados	8-42
8.15	Valores estadísticos por localidad de la longitud de organismos parasitados	8-42
8.16	Parámetros ambientales en relación a la abundancia del parásito	8-44
8.17	Correlación entre parámetros ambientales y abundancia del parásito	8-44
8.18	Posición del parásito	8-45
8.19	Prueba de Chi Cuadrada	8-46
8.20	Prueba de Anova	8-46

## Sexualidad.

8.21	Proporción de hembras por mes y estación	8-53
8.22	Proporción Sexual, Laguna de Tres Palos (1981)	8-55
8.23	Diferencias entre biomasa y número	8-56
8.24	Prueba de Chi cuadrada	8-56
8.25	Producción anual de huevos	8-59

## Fecundidad

8.26	Grupos de fecundidad	8-62
8.27a	Muestra 01, Tres Palos (17-10-75)	8-63
8.27b	Muestra 01, Tres Palos (17-10-75)	8-64
8.28	Muestra 02, Tres Palos (29-09-75)	8-65
8.29	Fecundidad promedio por estadio	8-66
8.30	Modelos de ecuaciones utilizadas	8-67
8.31a	Coefficientes de correlación, muestra 01 (29-09-75)	8-68
8.31b	Coefficientes de correlación, muestra 02 (17-10-75)	8-68
8.32a	Constantes de las ecuaciones cuadráticas, longitud - número de huevecillos	8-68
8.32b	Constantes de las ecuaciones cuadráticas, peso - número de huevecillos	8-69
8.33	Niveles de significancia	8-69

## Desarrollo

8.34	Escala de color en huevecillos	8-71
8.35	Duración del desarrollo embrionario	8-72
8.36	Duración del desarrollo larval	8-72
8.37	Estadios larvales de <i>M. acanthurus</i>	8-74
8.38	Valores estadísticos de las larvas y de las variables físico químicas	8-75
8.39	Semimatriz de correlación de las variables analizadas	8-76
8.40	Eigenvalores y varianzas porcentual	8-76
8.41	Matriz factorial rotada (Varimax)	8-77
8.42a	Composición del zooplankton (enero 80)	8-79
8.42b	Composición del zooplankton (marzo 80)	8-79
8.43	Componentes generales del zooplankton, Laguna de Coyuca	8-82
8.44	Prueba de Chi cuadrada para estadios II y III	8-84
8.45a	Prueba de Anova, Hembras III	8-88
8.45b	Prueba de Anova, Hembras IV	8-88

## Dinámica poblacional

8.46	Composición por longitudes, todos (81)	8-94
8.47	Composición por longitudes, juveniles (81)	8-94
8.48	Composición por longitudes, hembras (81)	8-95
8.49	Composición por longitudes, machos (81)	8-95

## Reclutamiento

8.50	Notación comparativa	8-102
8.51	Lances y organismos capturados	8-106
8.52	Cálculos intermedios para cada uno de los métodos empleados	8-107
8.53	Parámetros de las ecuaciones de regresión y número estimado de organismos	8-108
8.54	Constantes de la regresión y número estimado común	8-109
8.55	Valores obtenidos por interpolación	8-110
8.56	Diferencias cuadráticas	8-110
8.57a	Ajuste a una distribución normal	8-112
8.57b	Bondad de ajuste a la distribución normal	8-112
8.58	Valores estimados del reclutamiento (80-81)	8-114
8.59	Síntesis del reclutamiento al área	8-114
8.60	Síntesis del reclutamiento al arte	8-114

**Crecimiento**

8.61	Valores modales de longitud para cada mes	8-119
8.62	Constantes de la relación peso - longitud	8-127
8.63	Constantes de la ecuación de crecimiento	8-127
8.64	Valores medios de las constantes de crecimiento de <i>M. lenellum</i>	8-129
8.65	Tabla de longitud - edad para <i>M. lenellum</i>	8-129
8.66a	Punto de inflexión de la curva de crecimiento y factor de condición en hembras (C-III)	8-131
8.66b	Punto de inflexión de la curva de crecimiento y factor de condición en machos (C-III)	8-131

**Mortalidad**

8.67	Tasa instantánea de mortalidad mensual, método del cociente ( $N^2/N^0$ )	8-138
8.68	Resultados comparativos de las tasas instantáneas de mortalidad total (Z)	8-139
8.69	Síntesis de resultados para la tasa instantánea de mortalidad total (Z)	8-140
8.70	Tasa instantánea de mortalidad total. Método de Pauly	8-140
8.71	Tasa de mortalidad natural (M), Relación Z/f y coeficiente de capturabilidad	8-141
8.72	Mortalidad natural (M), método de Rikhter y Efanov	8-141

**9 ASPECTOS PESQUEROS****Cobertura del arte**

9.1	Área de cobertura estimada (90%), para diversos lances (L) y radios (R) de atarraya	9-3
9.2	Área de cobertura estimada para diversos porcentajes y longitudes de chinchorro	9-5
9.3	Área de cobertura estimada para red de arrastre, para diversos lances y porcentajes	9-6

**Selectividad del las artes de pesca**

9.4	Selectividad del chinchorro	9-9
9.5	Selectividad de la red de arrastre	9-9

**Producción pesquera en la Laguna de en Tres Palos 76 y 81**

9.6	Captura comercial 1976	9-14
9.7	Captura comercial 1981	9-15
9.8	Variables de esfuerzo	9-17
9.9	Determinación de la unidad de esfuerzo pesquero	9-18
9.10	Esfuerzo de pesca 1976	9-19
9.11	Esfuerzo de pesca 1981	9-20
9.12	Captura por unidad de esfuerzo 1976	9-23
9.13	Captura por unidad de esfuerzo 1981	9-24

**Modelos de producción**

9.14	Concentración de datos	9-26
9.15	Estimación de la producción pesquera	9-27
9.16	Producción estimada	9-28
9.17	Datos base del modelo de área relativa	9-30
9.18	Estimación de biomasa por área relativa	9-30
9.19	Estimación de biomasa por el método de área sedimentológica	9-32
9.20	Biomasa máxima: variables utilizadas	9-33
9.21	Biomasa estimada para cada mes	9-33
9.22	Comparación de resultados	9-34

**10 APROVECHAMIENTO****Via la pesca**

10.1	Especies explotadas en México	10-2
10.2	Producción nacional de langostino	10-2
10.3	Producción nacional por estados	10-4
10.4	Proyección de la demanda de langostino en México	10-5
10.5	Porcentaje de la producción por clima	10-7
10.6	Índice de producción por tipo de clima	10-7
10.7	Valores climatológicos ponderados	10-8

**Via la acuicultura**

10.8	Índice de la evaluación acuacultural	10-13
10.9	Escala de potencialidad acuacultural	10-14
10.10	Nivel de potencialidad acuacultural	10-14
10.11	Modelo bioeconómico, granja de larvas	10-16
10.12	Modelo bioeconómico, granja de engorda	10-17



## RELACION DE FIGURAS

	pp.
<b>3 METODOLOGIA</b>	
5.1 Delta del Rio Balsas	5-3
5.2 Laguna de Willa	5-4
5.3 Laguna de Coyuca	5-5
5.4 Laguna de Tres Palos	5-6
5.5 Laguna de Chautengo	5-7
5.6 Estratos y estaciones en la Laguna de Tres Palos	5-9
A División por estratos	
B Estratos y red de estaciones	
5.7 Medidas bimétricas en <u>H. tenellum</u>	5-14
<b>4 AREA DE ESTUDIO</b>	
6.1 Localización del área de estudio	6-2
A Estado de Guerrero	
B Áreas de estudio	
6.2 Localización del Delta del Rio Balsas en la zona Norte	6-3
6.3 Localización de lagunas y rios en la zona Sur	6-4
<b>7 ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>Climatología</b>	
7.1 Fotoperíodo en Tres Palos	7-4
A Número de horas	
B Orto y craso	
7.2 Temperatura y precipitación I	7-8
A La Unión	
B Atoyac	
C Coyuca	
7.3 Temperatura y precipitación II	7-9
A Acapulco	
B La Parota	
C Copala	
<b>Morfometría</b>	
7.4 Laguna de Willa	7-12
7.5 Laguna de Willa	7-13
A Curva hipsométrica de área	
B Curva hipsométrica de volumen	
7.6 Laguna de Coyuca	7-14
7.7 Laguna de Coyuca	7-15
A Curva hipsométrica de área	
B Curva hipsométrica de volumen	
7.8 Laguna de Tres Palos	7-16
7.9 Laguna de Tres Palos	7-17
A Curva hipsométrica de área	
B Curva hipsométrica de volumen	
7.10 Laguna de Chautengo	7-18
7.11 Laguna de Chautengo	7-19
A Curva hipsométrica de área	
B Curva hipsométrica de volumen	
7.12 Asociación factorial entre lagunas	7-22
7.13 Fisiografía regional de Tres Palos	7-23
A Diagrama topográfico	
B Diagrama tridimensional	

## Granulometría

- 7.14 Mapas granulométricos I 7-25  
 A Laguna de Mitla  
 B Laguna de Coyuca
- 7.15 Mapas granulométricos II 7-26  
 A Laguna de Tres Palos  
 B Laguna de Chautengo
- 7.16 Unidades geomorfológicas de la Laguna de Tres Palos 7-31
- 7.17 Característica de los principales grupos de sedimentos de Tres Palos 7-33  
 A Triangulo de Shepard  
 B Porreotal y arcuativa
- 7.18 Curva hipsométrica de los principales tipos de sedimentos 7-35

## Hidrología

- 7.19 Interacciones en una laguna costera 7-39
- 7.20 Ciclo anual de: temperatura, salinidad y oxígeno 7-41
- 7.21 Asociación factorial entre lagunas costeras del Estado de Guerrero 7-43
- 7.22 Laguna de Tres Palos (80-81) 7-44  
 A Nivel  
 B Profundidad
- 7.23 Parámetros ambientales de la Laguna de Tres Palos 7-46
- 7.24 Relación entre parámetros ambientales 7-49  
 A Análisis de cálculos  
 B Análisis factorial
- 7.25 Interacción ambiente - laguna 7-50

## Regiones Naturales

- 7.26 Vegetación de la Laguna de Coyuca 7-56  
 A Asociaciones vegetales  
 B Perfil y transectos
- 7.27 Perfil de la vegetación en la Laguna de Coyuca 7-57
- 7.28 Transectos de vegetación en la Laguna de Coyuca 7-58
- 7.29 Asociación faunística entre lagunas 7-61  
 A Peces  
 B Crustáceos  
 C Moluscos

## B ASPECTOS BIOLÓGICOS

## Lecitidad

- 8.1 Macrobrachium tenellum 8-5  
 A Vista general  
 B Vista cefálica

- 8.2 Morfología general 8-6

## Biometría

- 8.3 Variables biométricas I 8-9  
 A Corporales  
 B Cefálicas

- 8.4 Variables biométricas II 8-10  
 A Cefalotóraxicas  
 B Abdominales  
 C Apendiculares

- 8.5 Longitud media de variables biométricas de M. tenellum 8-14  
 A Hembras y machos  
 B Hembras  
 C Machos

	pp-
8.4 Proporción: Número de veces de las variables en una variable patrón	8-15
A Hembras y machos	
B Hembras	
C Machos	
8.7 Coeficiente de variación de las variables biométricas de <u>M. tenellum</u>	8-16
A Hembras y machos	
B Hembras	
C Machos	
8.8 Correlación entre variables biométricas	8-18
Distribución	
8.7 Distribución geográfica	8-20
A Distribución mundial genérica	
B Distribución continental específica	
C Distribución nacional específica	
8.10 Patrones de distribución	8-22
A Distribución climática	
B Distribución ecótica	
C Distribución ambiental	
8.12a Patrones de distribución y abundancia de <u>M. tenellum</u> en la Laguna de Tres Palos	8-28
8.12b Patrones de distribución y abundancia de <u>M. tenellum</u> en la Laguna de Tres Palos	8-29
8.13 Abundancia y distribución anual de <u>M. tenellum</u> en la Laguna de Tres Palos	8-30
A Patrón anual (isoclinas)	
B Patrón anual (distancia eclíptica)	
C Asociación entre estaciones	
8.14 Asociación factorial entre Bionasa y variables ambientales	8-33
Ecología	
8.15a Abundancia relativa mensual, peces	8-35
A <u>Moril cephalus</u>	
B <u>Eleotras peruviana</u>	
C <u>Galaxias capulescens</u>	
D <u>Centropomus robalito</u>	
E <u>Lichanona trimaculata</u>	
F <u>Branchochis aureus</u>	
8.15b Abundancia relativa mensual de crustáceos en la Laguna de Tres Palos	8-34
A <u>Macrobrachium tenellum</u>	
B <u>Yagouso yagousoi</u>	
8.16 Asociación entre macrovertebrados	8-39
A Asociación factorial de rónulos	
B Especies de <u>Macrobrachium</u>	
8.17 Frecuencia de aparición porcentual por mes del parásito <u>P. pandalicola</u>	8-41
Biología	
8.18 Dimorfismo sexual en <u>M. tenellum</u>	8-48
A Hembras	
B Machos	
8.19 Proporción de hembras de <u>M. tenellum</u>	8-54
A Ictis: Canalote y Papayo	
B T. Palos: Aranal y Playan	
C T. Palos: ciclos 1980-1981	
8.20 Relación hembras/machos en función de la inagilidad	8-57
8.21 Asociación factorial entre larvas y parámetros ambientales	8-78
8.22 Composición del zooplankton en la Laguna de Chautengo	8-88
A Muestras de enero	
B Muestras de marzo	
8.23 Larvas de <u>M. tenellum</u> en la Laguna de Chautengo	8-81
A Abundancia en enero y marzo	
B Patrón de distribución	

## Reproducción

- 8.24a Secuencia reproductiva en hembras. Milla: Canalote 1975-1976 8-83  
 A Hembras I C Hembras III  
 B Hembras II D Hembras IV
- 8.24b Secuencia reproductiva en hembras. T.Palos: Arenal 1975-1976 8-86  
 A Hembras I C Hembras III  
 B Hembras II D Hembras IV
- 8.24c Secuencia reproductiva en hembras. T.Palos: Ciclos 00-81 8-87  
 A Hembras I C Hembras III  
 B Hembras II D Hembras IV
- 8.25 Distribución de hembras ovigeras en la Laguna de Tres Palos 8-89  
 A Distribución media anual  
 B Número medio anual
- 8.26 Síntesis biológica de H. tenellum 8-92  
 A Reproducción  
 B Ciclo vital  
 C Alimentación

## Histórica Poblacional

- 8.27 Composición por longitud total de H. tenellum 8-96  
 A Por forma vital  
 B Composición acumulada
- 8.28 Composición por longitud total de H. tenellum 8-98  
 A Hembras  
 B Machos
- 8.29 Composición por longitudes de H. tenellum 8-99  
 A Longitud total  
 B Longitud cefalotórax  
 C Longitud pereópodo II
- 8.30 Longitud del 50 % para hembras y machos de H. tenellum 8-100

## Reclutamiento

- 8.31 Reclutamiento en H. tenellum 8-113  
 A Valores observados y ajustados  
 B Ajuste Probit  
 C Distribución normal

## Crecimiento

- 8.32 Curvas de crecimiento de H. tenellum 8-127  
 A Crecimiento en hembras  
 B Crecimiento en machos
- 8.33 Punto de inflexión de la curva de crecimiento 8-131  
 A Hembras (C III)  
 B Machos (C III)
- 8.34 Homógrafas para el cálculo del Factor (K) 8-134  
 A Individual  
 B Poblacional
- 8.35 Factor de condición (K) 8-135  
 A Hembras (C III)  
 B Machos (C III)

## 9 ASPECTOS PESQUEROS

## Artes y métodos de pesca

- 9.1 Cobertura de área para atarraya 9-1  
 A Relación radio-área  
 B Radios 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 m.  
 C Radios 3.5, 4.0, 4.5 y 5.0 m.
- 9.2 Cobertura de área 9-7  
 A Chinchorro  
 B Red de arrastre

## Selectividad de artes de pesca.

- 9.3 Selectividad del chinchorro 9-10  
 A Mes de abril  
 B Mes de mayo  
 C Mes de junio

- 9.4 Selectividad de la red de arrastre 9-11  
 A Mes de abril  
 B Mes de mayo  
 C Mes de junio

## Producción pesquera en la Laguna de Tres Palos

- 9.5 Captura comercial de langostino en la Laguna de Tres Palos (Ciclos 76 y 81) 9-16  
 A Número  
 B Peso  
 C Peso promedio

- 9.6 Esfuerzo pesquero en la Laguna de Tres Palos 9-21  
 A Días a la semana  
 B Viajes a la semana  
 C Horas a la semana

- 9.7 Captura por Unidad de esfuerzo (Ciclos 76 y 81) 9-25  
 A En número  
 B En peso

## Modelos de producción

- 9.8 Estimación de biomasa máxima 9-34  
 A Curva de crecimiento en peso  
 B Curva de mortalidad mensual  
 C Curva de biomasa

## 10. APROVECHAMIENTO

- 10.1 Alternativas de aprovechamiento del langostino 10-1

- 10.2 Producción nacional de langostino 10-3  
 A Producción anual  
 B % de cambio anual

- 10.3 Mercado nacional de langostino 10-6  
 A Demanda y producción  
 B Necesidad de producción  
 vía la acuacultura

- 10.4 Zonas de cultivo de langostino en México 10-10

- 10.5 Alternativas de cultivo del langostino 10-11

## RECONOCIMIENTOS

A través de estas líneas se hace patente el reconocimiento a las autoridades del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México por las facilidades recibidas: al Director Dr. Agustín Ayala C., al Secretario Académico Ing. Rodolfo del Arrenal C. y particularmente al Secretario Administrativo C.P.T. Armando Ramírez M.

Al Dr. Jorge Carranza F. (Instituto de Biología. UNAM) por la acertada dirección de esta tesis, a los miembros del Comité de Tesis: Dr. Joaquín Bueno S. (Instituto de Biología. UNAM), Dr. Luis A. Soto G., Dr. Gerardo Green M. (q.e.p.d.), Dr. Arturo Carranza E. (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM), Dr. Arturo Ortiz G. (Instituto de Geografía. UNAM) y Dra. Ma. de Lourdes Segura P. (Facultad de Ciencias. UNAM), por la revisión crítica del manuscrito, por sus valiosos comentarios y sugerencias. Un reconocimiento especial al Dr. César Flóres C. (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM), por las orientaciones recibidas y su empeño para la realización de este trabajo.

Al personal participante del "Proyecto Langostino", Biólogos: Sergio Córtez G. (CONALEP, SEPI), Arturo Granados B. (Escuela de Biología, Universidad Autónoma Juárez de Tabasco), Rogelio Acosta M. (Secretaría de Marina), Manuel Puerto M. (Secretaría de Pesca), Ernesto Zarur T., M. en C. Luis D. González G. y Gilberto Díaz H. (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM). Al Ing. Geol. Alfredo Galaviz S., por su apoyo en los levantamientos batimétricos y granulométricos. A la Biol. Sonia Galaviz S. y al M. en C. Martín López H., por su ayuda en la captación y análisis de datos (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM).

Al Actuario José Antonio Villar L. (ENEP Iztacala. UNAM), y a los Biólogos Enrique Ganem C. (ENEP Iztacala. UNAM) y David Delgado H. (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM), por su apoyo en la programación y cómputo de la información. A la M. en C. Guadalupe Ramos E. (Universidad Metropolitana) y al Dr. Fernando Chiang C. (Instituto de Biología. UNAM) por su asesoramiento en los aspectos botánicos.

A la M. en C. Guadalupe T. Zavala P. (Facultad de Ciencias. UNAM) y a la Biol. Gala Kathain D. (Escuela de Biología, Universidad de Guadalajara) por su apoyo en los trabajos de campo. Un reconocimiento especial al técnico Hector Jardines H. por el procesamiento del material biológico. Al Dr. Armando A. Ortega S. por el análisis estadístico de algunos datos y al M. en C. Adolfo Gracia G. por la revisión de algunos capítulos (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM).

En forma muy especial quiero agradecer a Don Ignacio Balanzar y a su familia, por la hospitalidad y las enseñanzas recibidas durante el trabajo de campo, al igual que a todos los pescadores de la Laguna de Tres Palos y del Estado de Guerrero, que pacientemente esperan respuestas.

Manuel Guzmán Arroyo

## 1 RESUMEN

El langostino *Macrobrachium lenellum* (Smith 1871) fue estudiado de 1975 a 1981 en 4 lagunas del Sistema Lagunar Costero de Guerrero: en las lagunas de Nitle, Coyuca, Tres Palos y Chautengo.

Se realizaron 48 salidas de campo, cubriendo un total de 60 estaciones de muestreo. Fueron colectados y/o analizados 449,504 individuos del langostino *M. lenellum*, 47,862 de Camarón blanco *Penaeus vannamei* y 224,847 peces pertenecientes a 8 familias. Se realizaron 1,386 determinaciones para cada uno de los parámetros ambientales básicos: transparencia, temperatura ambiente, temperatura del agua, oxígeno disuelto, salinidad y pH, en tres niveles promedio de profundidad, con un total aproximado de 8,314 valores. Se desarrollaron y/o emplearon 22 programas de cómputo.

Dentro del aspecto ambiental se analizaron la fisiografía y la edafología, la climatología particularmente insolación, precipitación, temperatura ambiental y vientos dominantes. Los tipos de clima para la zona son Aw(0) y Aw(1). Para las lagunas de Nitle, Coyuca, Tres Palos y Chautengo se realizó la morfometría y granulometría. La hidrología general de la zona, en especial áreas de cuenca y descargas del Sistema Fluvial Costero y del Sistema Lagunar Costero. De las cuatro lagunas estudiadas se analizó el comportamiento de los ciclos anuales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, siendo Chautengo la laguna que presentó mayor variación en sus ciclos. Se realizó un análisis de asociación entre lagunas de acuerdo a sus características ambientales y morfométricas, encontrándose una mayor asociación entre las lagunas de Nitle, Coyuca y Tres Palos.

Se caracterizó el Área de estudio de acuerdo a diversos criterios biogeográficos como: Región neotropical, subregión mexicana y provincia Balsas inferior. Se hizo una descripción de los principales componentes florísticos (selva baja decidua; pastizal de sabana; manglar; vegetación riparia, acuática, halófila y de dunas) y faunísticos (mamíferos, aves, reptiles, peces y macroinvertebrados). De las cuatro lagunas del estudio se realizó un análisis de asociación, de acuerdo a sus componentes faunísticos. Con excepción de la laguna de Chautengo, las restantes lagunas mostraron una similitud en sus componentes faunísticos, particularmente peces, crustáceos y moluscos.

Se determinó cuantitativamente la morfología (39 variables) en hembras y machos, así como sus relaciones biométricas, mediante análisis de correlación y de regresión para ambos sexos (1,743 hembras y 1,330 machos).

Se revisó la distribución mundial del género *Macrobrachium* la cual está comprendida dentro de la Isoterma de 18 o grados. La distribución continental de *M. lenellum* abarca desde Baja California, México (27° N) hasta el Río Chira, Perú (5° S). En el análisis de la distribución nacional se dan los registros geográficos correspondientes y la distribución ecótica. Particularmente para la Laguna de Tres Palos son analizados los patrones de distribución en el ciclo 1981, concentrándose la población con una mayor densidad en la porción Noroeste de la laguna.

Se establecen las relaciones entre los ciclos de producción de *M. lenellum* con las diversas especies de peces y camarón blanco en la laguna de Tres Palos, así como su composición porcentual semanal. Se determinan las condiciones ecológicas y las características de la relación cíclica anual huésped-parásito (con el isópodo *Probopyrus parralicola*), encontrándose que es más frecuente durante junio y julio. El sedimento limarcilloso (44.04 %) y el rango de 1 a 7 metros de profundidad (36.83 %) son preferenciales para *M. lenellum*.

El dimorfismo sexual, escalas de madurez sexual, proporción sexual, apareamiento, desove, fecundidad, desarrollo embrionario y larval, fueron determinados. En el caso particular de la proporción sexual y fecundidad se analizaron cuantitativamente a través de modelos matemáticos. En el caso de larvas planctónicas, se revisaron los componentes planctónicos con los cuales se encuentran asociado *M. lenellum*. Se realizó un análisis de asociación entre el número de larvas y 18 variables ambientales. Las larvas durante su desarrollo temprano requieren condiciones estuarinas y posteriormente limnéticas.

El ciclo reproductor se analizó a través de los ciclos anuales y se comparó entre lagunas, determinándose que la época de reproducción masiva se efectúa entre agosto y noviembre. El fenómeno es común a las diversas lagunas. Para la laguna de Tres Palos se determinó el patrón de distribución de las hembras ovigeras, encontrándose una mayor concentración en la zona sureste.

Se presenta la estructura poblacional de la especie por su composición por longitud total y peso total, por mes y anual, determinándose la talla del 50 %, siendo de 69 mm para ambos sexos. El reclutamiento al área se calculó en 744,069,389 postlarvas con una densidad de 62.7 ind/m<sup>2</sup>, El reclutamiento al arte de pesca se estimó en 220,907,387 jóvenes, con una densidad de 18.6 ind/m<sup>2</sup>.

El crecimiento se calculó para ambos sexos, la longitud asintótica (L<sub>∞</sub>) fue de 106.86 y de 154.65 mm, la constante (k) de 0.209 y de 0.205 y el tiempo de inicio del crecimiento (t<sub>0</sub>) de -1.336 y de -0.517, para hembras y machos respectivamente. El punto de inflexión en las curvas de crecimiento lo alcanzan a los 5 meses de edad las hembras y a los 6 meses los machos. Se desarrollaron dos nomogramas para el cálculo gráfico del factor de condición, el cual en las hembras varía de 0.812 a 0.838 y en los machos de 0.614 a 0.974.

La tasa de mortalidad total (Z), fue calculada para las diferentes formas vitales; Para los reclutas al área fue de 0.747, para los juveniles fue de 0.661, para las hembras de 0.619 y para los machos de 0.456. La tasa de mortalidad natural estimada para los jóvenes fue de 0.499, para las hembras de 0.467 y para los machos de 0.336.

Se analizaron las artes y métodos de pesca comercial de los langostinos. Se desarrollaron tablas con las estimaciones de cobertura de área para las artes de pesca (atarraya, chinchorro playero y red de arrastre). Se determinó la selectividad (Factor de selección: FS) del arte de pesca. La longitud del 50 % y el factor de selección para el chinchorro playero fue de 74.2 mm y 7.42 FS respectivamente y para la red de arrastre fue de 58.3 mm y 5.83 FS.

La producción pesquera de la laguna de Tres Palos se analizó en dos ciclos 1976 (304,069 ejemplares) y en 1981 (135,276) determinándose el esfuerzo como: el número de organismos capturados por viaje, día y hora. La Captura por unidad de esfuerzo fue en 1976 fue de 2,935.3 organismos y en 1981 de 1,631.2.

En la Laguna de Tres Palos se desarrollaron diversos modelos de producción: Captura comercial, captura y ambiente, biomasa por área relativa, biomasa por área sedimentológica y biomasa máxima. Fluctuando los resultados de 86.3 a 442 toneladas anuales.

La producción nacional del género *Macrobrachium*. En 1985 se produjeron 2,552 toneladas, siendo Tamaulipas el principal productor con el 73.9 % de la producción. El 94.1 % de la producción se obtiene en climas de tipo Aw. Los rangos de las condiciones ambientales en las áreas de captura son: altura sobre el nivel del mar de 2 a 494 m, temperatura ambiente de 20.9° a 27.6° grados centígrados y precipitación pluvial anual de 430 a 2240 mm. Para el año 2000 se estima en 8,200 toneladas aproximadamente la demanda nacional de langostino.

Desde el punto de vista de la ordenación pesquera, se presenta una veda natural, dada por el ciclo de lluvias, que protege a la especie de la sobrepesca. Es recomendable establecer una talla mínima de captura de 50 mm. de longitud total y emplear mallas de 2 cm.

Se analizaron las alternativas que el género *Macrobrachium* y la especie *M. tenellum* tienen para ser aprovechadas vía la pesca o la acuicultura. Como objeto de cultivo se evaluaron varias especies, encontrándose para *M. tenellum* que tiene un potencial alto, con un valor de 0.71 sobre 1.00.



## 1 ABSTRACT

The freshwater prawn *Macrobrachium lenellum* (Smith 1871) was studied from 1975 to 1981 in 4 coastal lagoons in the State of Guerrero: Mitla, Coyuca, Tres Palos and Chautengo. Additional information was obtained from the rivers Balsas (Gro. and Mich.), Union, Coyuca, and Papagayo.

A total of 48 field observations were made in 60 sampling locations. 449,504 *M. lenellum* freshwater prawns, 47,862 *Penaeus vannamei* white shrimps and 224,847 fishes belonging to 8 different families were collected and/or analysed. 1,386 determinations for each basic environmental parameter: transparency, air temperature, water temperature, dissolved oxygen, salinity and pH, at three depth levels were made. Having approximately 8,316 values determined. 22 computer programs were used and/or developed.

The physiography, edaphology, the climatology, (particularly insolation, rain fall, atmospheric temperature and dominant winds) of the area were analysed. The weather types for the area are: Aw(tw) and Aw(lw). For Mitla, Coyuca, Tres Palos and Chautengo lagoons the morphometric and granulometric analyses were done. The general hidrology was studied in the zone, specially in the basin and Fluvial Coastal System and lagoon Coastal System discharge. The temperature, salinity and dissolved oxygen year cycle behavior for the studied lagoons was analysed, being Chautengo the lagoon which presented more variation in it's cycles. A cluster analysis between lagoons, according to their environmental and morphometric characteristics, revealed a close association among Mitla, Coyuca and Tres Palos lagoons.

The area studied was characterized according to several biogeographical criteria: Neotropical region; Mexican subregion; "Provincia Balsas inferior". A description for the principal floristical (low deciduous forest; savanna grassland; mangrove; river, aquatic, halophytic, and dune vegetation), and faunistical (mammals, birds, reptiles, amphibians, fishes and macroinvertebrates) components was made. A cluster analysis for the lagoons was done according to their faunistic component. With exception for Chautengo, the remaining lagoons showed similar faunal components, particularly fishes, crustaceans and mollusc species.

The morphology was quantitatively determined (39 variables) in both sexes. Biometric relationships of males and females were estimated, using correlation, lineal and exponential regression analyses for both sexes (1,330 males and 1,743 females).

The world distribution of the genus *Macrobrachium* was reviewed, within the 18 degrees isotherm. Its geographic range extends from Baja California (25° N) to Chira River in Peru (5° S). In the national distribution analysis, the geographic records are given and their ecotic distribution too. Particularly for Tres Palos lagoon the distribution pattern during the 1981 cycle is analysed, being the mayor abundance in the northwestern portion of the lagoon.

The relationship between the production cycles from *M. lenellum* and several fish species and the white shrimp in Tres Palos lagoon, according to their weekly percent composition were studied. The ecological conditions and the year round cycle relationship host-parasite (characteristic with the isopod *Prokopyrus pandalicola*), were analyzed, finding that this relationship is more frequent during June and July. The silt-clay sediment (44.04 %) and the range from 1 to 2 meters in depth (36.86 %) are preferred by *M. lenellum*.

The sexual dimorphism, sexual maturity scales, sex ratio, mating, spawning, fecundity, larval and esbiological development are analysed, particularly the sex proportion and fecundity are quantitatively analysed through mathematical models. Larval stages of *M. lenellum* were analysed to co-occurring planktonic components and 18 environmental parameters. Larvae in their early development require estuarine conditions and then turn to limnetic as they reach postlarval stage.

The reproduction cycle is studied through year round cycles and comparison is made between lagoons. The massive reproduction period occurs between August and November simultaneously in all four lagoons. The females ovigerus distribution pattern was determined in the Tres Palos lagoon, and founded to be concentrated in the southeast area.

Results on the monthly and yearly population structure showed that the mean size for both sexes was 69 mm. Recruitment to the area was estimated in 744,069,389 postlarvae with a density of 62.7 ind/m<sup>2</sup>; recruitment to the fishing gear was estimated in 220,907,387 youngs, with a density of 18.8 ind/m<sup>2</sup>.

Growth was calculated for both sexes, asymptotic length ( $L_{\infty}$ ) was estimated in 106.86 and 134.65 mm, the constant ( $k$ ) 0.209 and 0.205, the growth initial time ( $t_0$ ) was -1.336 and -0.517, for female and male respectively. Two nomograms were developed for the condition factor graphic calculation, which varies in females from 0.812 to 0.838, and in males from 0.614 to 0.974.

Total mortality rate ( $Z$ ), was calculated for different stages; for recruit to the area it was of 0.747, for the youngs it was 0.661, for the females 0.619 and males 0.456. Natural mortality rate estimated for youngs was 0.499, 0.467 for females and 0.336 for males.

The commercial fishing methods for the freshwater shrimp were analysed. Tables with the area covering estimations were developed for the different fishing methods (cast net, beach seine and otter trawl). Gear selectivity (selection factor:  $FS$ ) was determined for the different fishing methods. 50 % length and the selection factor for beach seine were 74.2 mm and 7.42  $FS$  respectively and for otter trawl were 58.3 mm and 5.83  $FS$ .

Freshwater prawn production in Tres Palos lagoon was analysed in two cycles (1976 and 1981) determining the capture as the number of captured organisms by fishing trip, day and hour. The CPUE in 1976 was 2,935.3 and in 1981 was 1,631.2 organisms.

Through the application of fishing production models: commercial capture, capture and environment, biomass by relative area, biomass by sedimentological area and maximum biomass. For the Tres Palos lagoon it was estimated an annual production of 65.3 to 442 tons.

The national production was analysed for the genus *Macrobrachium*. Total yield in 1985 was 2,552 tons, being Tamaulipas the principal producer with 73.9 % of the national production, 94.1 % of this production is obtained in Aw weather type. The average environmental conditions for the freshwater shrimp capture areas are: from 2 to 494 m altitude above sea level, from 20.9° to 27.6°C air temperature and a yearly rainfall from 430 to 2,240 mm. National commercial demand for freshwater prawn for the year 2000 is estimated in 8,200 tons approximately.

On the fishing management point of view, there is a natural closed season given by the rainy season, which prevents overfishing. A minimum catch size of 50 mm total length and 2 cm mesh size are recommended.

Fishing exploitation and aquaculture alternatives for *Macrobrachium* genus and particularly for *M. lenellum* were analysed. Culture feasibility of the different species contemplated for this genus were evaluated and it was concluded that *M. lenellum* has a high potencial with value of 0.71 over 1.00.

## 2 INTRODUCCION

Los langostinos o camarones de río, son un grupo natural formado por el género *Macrobrachium*, el cual habita las aguas continentales tanto dulces como salobres de las regiones intertropicales del planeta. El género presenta alrededor de 127 especies, ampliamente aprovechadas por el hombre en su alimentación (Holthuis 1952; George 1969; Guzmán 1977).

En México diversos autores han registrado a la fecha un total de 12 especies nativas y una especie introducida: el langostino malayo (*M. rosenbergii*) utilizado con fines de cultivo. De las especies nativas solo cuatro de ellas mantienen una explotación comercial a nivel nacional: la acamaya *M. acanthurus* y la pigua *M. carcinus*, en ríos y lagunas costeras de las planicies costeras del Golfo de México respectivamente. El camarón de río *M. americanum* y el langostino *M. tenellum*, en las planicies del Pacífico. La producción pesquera de estas especies en 1984 llegó a las 3,700 toneladas. Algunas especies de menor tamaño soportan pesquerías locales o domésticas, tal es el caso de *M. acantochirus*, *M. heterochirus* y *M. olfersi* (Cabrera et al 1977; Guzmán et al 1977, 1979; Boschi 1974; Villalobos 1966; Villalobos et al 1982).

El langostino *M. tenellum*, es un organismo típico de las aguas salobres oligohalinas, es una especie muy adaptable a ambientes diversos, ya que se le encuentra tanto en estuarios y ríos como en lagunas costeras. Esto le proporciona una plasticidad morfológica y cromática característica para cada uno de estos ambientes. Tiene una amplia distribución geográfica continental en la planicie del Pacífico de América, tanto en ríos, estuarios como en lagunas costeras. Climáticamente se le encuentra dentro de la zona comprendida por la isoterma de los 18 grados (en el verano), desde Baja California y Sonora en México (27 grados de Latitud Norte), hasta el Norte de Perú (5 grados de Latitud Sur), delimitados por los trópicos térmicos (Guzmán 1982).

La captura del langostino *M. tenellum* no es registrada por las estadísticas pesqueras oficiales en forma particular. Soporta una intensa pesquería artesanal, en ríos y lagunas costeras, que es importante tanto por su volumen como por la extensión donde esta se realiza, creando una importante derrama económica en toda su área de distribución. Su comportamiento gregario, su tolerancia a cambios ambientales, su rápido crecimiento, así como la aceptación a un amplio rango de alimentación, hacen del langostino *M. tenellum* un excelente candidato a ser cultivado, ya que algunas experiencias han demostrado estas posibilidades, lo cual hace de *M. tenellum*, una alternativa viable de cultivo junto con el langostino malayo *M. rosenbergii*. (Sánchez 1975; Guzmán et al 1979; Cabrera et al 1979), cuyo cultivo se ha extendido rápidamente en México, encontrándose establecidas numerosas granjas de cultivo tanto de producción de poslarvas como de engorda.

## 2.1 Programa de Investigación.

El programa de investigación que ha dado origen a esta Tesis, es el Programa General de Investigación de los Langostinos del género *Macrobrachium* en México: Parte I. Especies del Pacífico. El proyecto fué financiado inicialmente por la Comisión del Rio Balsas en 1975 y 1976, mediante un convenio suscrito con la UNAM, posteriormente a partir de 1977 lo hizo con recursos propios el entonces Centro de Ciencias del Mar y Limnología.

El Programa General de Investigación fué diseñado dentro del concepto de análisis de sistemas (Bertalanffy 1968), que requiere de una formulación precisa de problemas, un uso óptimo de métodos lógicos, científicos y estadísticos y un enfoque conveniente de modelado (Garduño y Carvajal 1985). El programa se ha estructurado en tres subprogramas: ambiental, biológico y pesquero. Cada uno de los subprogramas se desarrolló individualmente, para posteriormente integrarse en conjunto. La estructura general puede observarse en el Cuadro 2.1, donde se establecen las líneas de cada subprograma y las interacciones entre ellos, para finalmente llegar a establecer una serie de modelos que permitan conocer el fenómeno integral de su ambiente, biología, ecología y pesquería. Todo ello permite definir las alternativas de aprovechamiento de *M. tenellus*.

### 2.1.1 Subprograma Ambiental.

Este subprograma incluye al marco regional del área de estudio, considerando como tal a la fisiografía, la hidrografía, la climatología, la flora y la fauna. El marco local, dado por la morfometría lagunar, la granulometría y la hidrología de los cuerpos lagunares, incluyendo los parámetros físico - químicos, tales como temperatura, salinidad y oxígeno, pH, etc.

Como análisis primario esto permite una caracterización regional (Macroambiente) y local (Microambiente) dado que la interacción entre ambas escalas de estudio conduce al conocimiento global de la cuenca geográfica y de la interacción de los grandes fenómenos que en ella ocurren y particularmente los que afectan a los cuerpos lagunares.

### 2.1.2 Subprograma Biológico.

Se plantea a partir de un análisis biológico general, incluyendo en él las especies acuáticas del nectón y del bentos. Se investiga en particular la información correspondiente a la especie en estudio: *Macrobrachium tenellus*, incluyendo aspectos tales como taxonomía, distribución, biología y ecología, para tipificar su habitat. La síntesis primaria de este subprograma consiste en la determinación de los parámetros básicos de su dinámica poblacional, la que incluye aspectos como el reclutamiento, crecimiento y mortalidad.

### 2.1.3 Subprograma Pesquero.

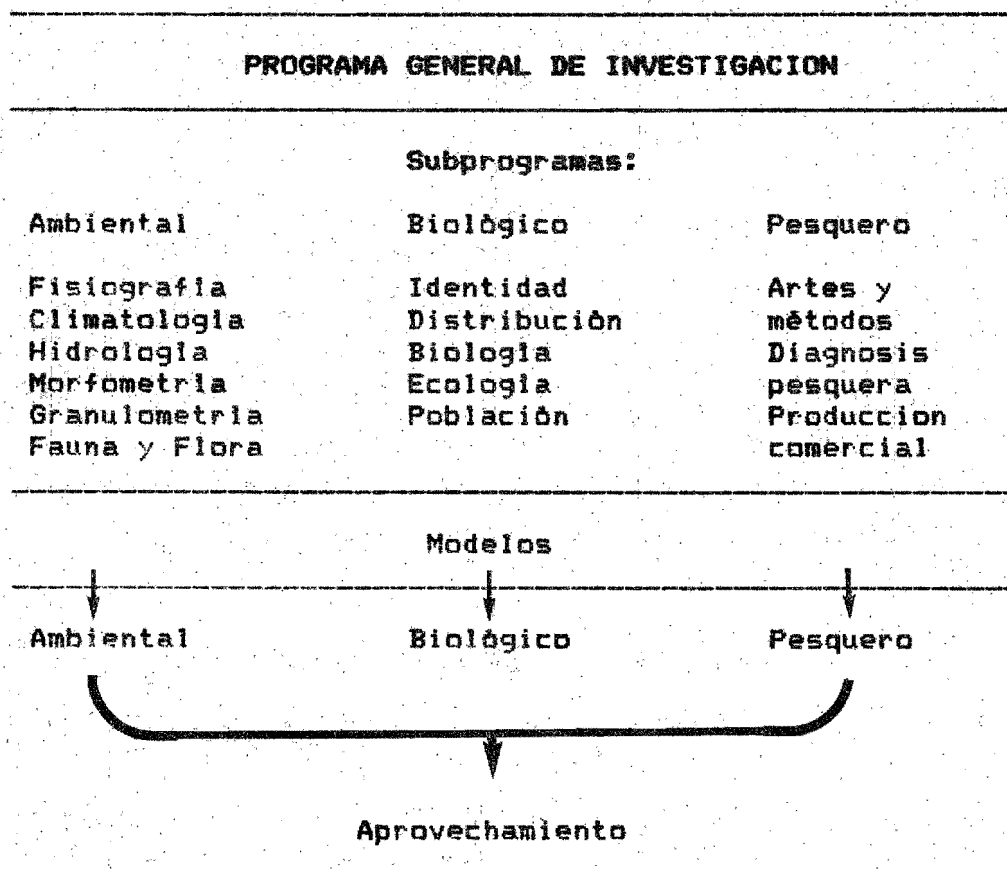
Considera el análisis de las capturas comerciales realizado por unidades pesqueras, a través de la compilación de variables tecnopesqueras. Estos análisis permiten definir una Diagnósis de la Pesquería, lo que a su vez permite establecer el marco biotecnológico donde se desarrolla y sus perspectivas de optimización. Este subprograma incluye la ecología de la producción, que permite definir las interacciones entre el marco ambiental y la producción pesquera.

### 2.1.4 Integración.

Finalmente, con la integración de los resultados obtenidos en cada uno de los subprogramas, llegan a definirse modelos de la biología, ecología y pesquería de la especie, donde se destacan sus interacciones así como las alternativas de aprovechamiento racional a largo y mediano plazo.

Dentro de estas alternativas se definen dos aspectos: uno de ellos es vía la pesca y el otro es vía la acuicultura.

**Cuadro 2.1 Organización de la investigación**



### 3 OBJETIVOS

Los objetivos a cubrir que se plantean en el presente trabajo, se desglosan como un objetivo general y tres particulares.

#### 3.1 Objetivo general.

El objetivo general es el estudio integral del langostino *Macrobrachium tenellum*, en sus aspectos ambientales, biológicos, ecológicos y pesqueros, que nos lleve a determinar la interacción del medio ambiente con la especie, sus ciclos vitales, su potencial y el grado de aprovechamiento por parte del hombre.

#### 3.2 Objetivos particulares.

Se plantean tres objetivos particulares los cuales mantienen una estrecha relación entre sí y llevan al conocimiento integral de la especie en estudio.

##### 3.2.1 Objetivo ambiental.

Lograr el conocimiento del medio ambiente, donde se encuentra la especie, cubriendo aspectos del marco físico; fisiografía, climatología, hidrografía, así como también la morfometría, granulometría e hidrología, propias de cada laguna, que permitan tener un conocimiento fundamental sobre la estructura y función del medio ambiente.

##### 3.2.2 Objetivo biológico.

Lograr el conocimiento de su biología y ecología, para determinar sus ciclos vitales, particularmente la distribución, la abundancia, la reproducción, el reclutamiento, el crecimiento y la mortalidad. En especial la relación de estos ciclos con su entorno biótico y abiótico, así como los factores ambientales que los determinan, estableciendo los modelos necesarios para su descripción y predicción.

##### 3.2.3 Objetivo pesquero.

Lograr el conocimiento de las técnicas y de la acción humana sobre esta especie, en función de los ciclos ambientales y biológicos, que permitan conocer la forma de aprovechamiento y su grado de utilización, para generar las recomendaciones necesarias que lleven a su uso adecuado, vía la pesca o la acuicultura.

## 4 ANTECEDENTES

En el presente capítulo se hace una relación temática y cronológica, de los antecedentes más sobresalientes para cada uno de los subprogramas, sobre los trabajos relacionados tanto al área como a la especie en estudio.

### 4.1 Antecedentes ambientales.

Gutiérrez (1971) y Gutiérrez *et al* (1976) desarrollan un estudio batimétrico y sedimentológico del delta del Río Balsas (Mich.-Gro.). Lankford (1974) hace una descripción general de la zona costera de Guerrero y Michoacán y en 1975 efectúa estudios geológicos en el área, en 1977 realiza un trabajo sobre el origen y clasificación de las lagunas costeras de México. Saenger (1975) realiza un informe geológico preliminar sobre la sedimentología de las lagunas de Guerrero. La Secretaría de Marina edita en 1975-1976 la memoria del levantamiento hidrográfico para la carta DSM 646 del Puerto Lázaro Cárdenas (Mich.) y en 1976-1977 realiza el estudio geográfico de la región de Acapulco. Sánchez (1976) elabora una tesis profesional sobre la sedimentología de Mitla. Grijalva *et al* (1978) hacen un estudio de la región de Coyuca abordando aspectos geológicos. Figueroa (1980) realiza el Atlas Geográfico e Histórico del estado de Guerrero. Alcocer, Guzmán y Escobar (1985), realizan una caracterización morfométrica de 6 lagunas costeras, donde incluyen a Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo. Guzmán, Mañón y Ortiz (1985), realizan una regionalización del sistema lagunar costero de Guerrero, tomando como parámetros de análisis a variables morfométricas, climatológicas, hidrológicas y biológicas.

El Servicio Meteorológico Nacional reporta anualmente los registros climáticos del país incluyendo Guerrero. En 1970 la Secretaría de Recursos Hidráulicos publica el Boletín Hidrológico No. 31 de la regiones 19 y 20 del estado de Guerrero, que incluyen la zona costera del estado. Tamayo y West (1971), desarrollan un estudio sobre la Hidrografía de Mesoamérica, donde incluyen información sobre los ríos costeros de Guerrero. Castellanos (1972) desarrolla investigaciones sobre la hidrológica de las lagunas. Arpi *et al* (1974), presentan un informe sobre la preinvestigación hidrológica en las lagunas costeras. La Secretaría de Marina en 1978 desarrolla un estudio sobre las características hidrológicas del Océano Pacífico y del Golfo de California, para el mismo año publican temperatura y salinidad para los puertos de México incluyendo al Puerto de Acapulco. Grijalva *et al* (1978) presenta un informe sobre un estudio físico-químico de la Laguna de Coyuca. Orbe (1981) realiza un estudio sobre aspectos hidrológicos y biológicos en la laguna de Chautengo, abarcando parámetros físico-químicos.

#### 4.2 Antecedentes biológicos y pesqueros.

Quevedo (1936), en un informe presentado al Presidente de la República, considera a la Laguna de Coyuca como un lugar adecuado para la cría de peces y refugio de fauna silvestre. Ramírez (1952a, 1952b) presenta una ponencia sobre los recursos pesqueros y una publicación sobre los aspectos ecológicos preliminares de las Lagunas de Coyuca y Tres Palos.

Gutiérrez et al (1970), presentan un Plan Director Urbanístico para el fomento del turismo en Guerrero, donde presentan una amplia información sobre aspectos naturales del estado. Bolio et al (1972), publican el Inventario Forestal del Estado de Guerrero, incluyendo vegetación costera y acuática.

Alvarez y Gutiérrez (1956), registran a *Parapetenia* como una nueva especie de ciclido procedente de Acapulco. Chavéz (1972), realiza un estudio de la vegetación marina de la zona de Zihuatanejo. Estuardo y Martínez (1974, 1975a y 1975b), presentan varios informes sobre la prospección de recursos biológicos y pesqueros del Sistema Lagunar de Guerrero, del Litoral de Michoacán y Guerrero. Weinborn (1974, 1975) desarrolla una prospección preliminar de la fauna carcinológica de Michoacán y Guerrero. Estévez (1975) desarrolla su tesis profesional sobre el mejillón *Nyctelia strigata*. Luján (1975), hace un trabajo de tesis profesional sobre bromatología de *Ruppia maritima*. Guzmán et al (1976, 1977 y 1978), realiza una serie de informes de trabajo de la Laguna de Coyuca, Estuario del Río Balsas, Presa de la Villita (Mich.-Gro.) y Bahía de Acapulco. Villaroel (1974) y Estuardo y Villaroel (1976) realizan investigaciones sobre aspectos ecológicos y distribución del macrobentos.

Licea (1975 y 1976) desarrolla un estudio fitoplanctonológico comparativo entre las lagunas. Martínez (1978) realiza un estudio sobre el zooplanctón lagunar. Guzmán (1978) realiza un estudio interdisciplinario sobre la Macroecología de la Región de Coyuca, abarcando aspectos de Vegetación, Zooplanctón, Peces, Moluscos y Crustáceos. Fuentes y Gaspar (1978), Gaspar y Guzmán (1979) y Fuentes y Guzmán (1979), realizan una serie de trabajos sobre la Ecología e Ictiología del Río Balsas. Yañes (1978) realiza una serie de trabajos sobre Taxonomía, Ecología y Estructura de las comunidades de peces en las lagunas de Guerrero.

Sauers (1979) trabaja sobre las relaciones potenciales y restrictivas de la acuicultura con las actividades agropecuarias, industriales y asentamientos humanos en la zona conurbada de Lázaro Cárdenas (Mich.), Presa infiernillo (Mich.-Gro.) y Petacalco (Gro.). Gómez et al (1980), presentan el ecoplán del Estado de Guerrero, con abundante información sobre aspectos naturales del estado.

Orbe (1981) realiza un estudio parcial sobre recursos biológicos en la laguna de Chautengo, analizando algunos aspectos físicoquímicos, zooplanctón, peces, crustáceos y moluscos, con un enfoque hacia su explotación.



Zarur (1982) efectúa su tesis profesional sobre la ictiofauna de la Laguna de Tres Palos. Acosta (1984), en su trabajo de tesis profesional desarrolla un diagnóstico de la pesca comercial de la Laguna de Tres Palos. Guzmán, Mañón y Ortiz (1985), realizan una regionalización del Sistema Lagunar Costero de Guerrero, con variables morfológicas; climatológicas, hidrológicas y biológicas, particularmente peces, crustáceos y moluscos.

#### 4.2.1 Antecedentes del grupo *Macrobrachium*.

Holthuis (1952), lleva a cabo una revisión de los palemonidae de América, registrando para México siete especies del género *Macrobrachium* incluyendo su descripción y su distribución geográfica. Ramírez (1952) menciona la presencia de palemónidos en las lagunas de Coyuca y Tres Palos. Mercado (1959) presenta un diseño sobre una granja de cultivo del langostino.

Rodríguez de la Cruz (1965 y 1968) realiza algunas contribuciones sobre el conocimiento de los palemónidos de México: I. Palemónidos de importancia económica en México. II. Palemónidos del Atlántico y Vertiente Oriental de México, con descripción de dos especies nuevas. III. Palemónidos del Golfo de California con notas sobre la Biología de *M. americanum*. Villalobos (1967) describe a *M. acanthochirus* del sur-este de México, y en 1969, escribe sobre problemas de especiación de un grupo de palemónidos del género *Macrobrachium*. Carrillo (1968) describe la morfología de *M. acanthurus* en el estado de Veracruz. Chávez y Martínez (1973) en su contribución al conocimiento de la fauna hidrológica de la desembocadura del Río Actopan, Veracruz, hacen referencia a especies del género *Macrobrachium*, y a los parámetros ambientales donde ellos habitan.

Stuardo et al (1974) registran a *M. tenellum* en las lagunas de Apozahualco, Mitla, Chautengo, Coyuca y Tres Palos. Arana (1974) presenta las experiencias y resultados obtenidos sobre el cultivo de *M. americanum* en el noroeste de México. Weinborn (1974) en su informe sobre la prospección preliminar de la fauna carcinológica en el Sistema Lagunar de Guerrero y litoral Sur de Michoacán, registra la especie *M. tenellum* en lagunas costeras de Guerrero. Kensler et al (1975) presenta un informe sobre el desarrollo y cultivo de langostino de río en Michoacán y Guerrero. Roman (1975 y 1979) desarrolla investigaciones sobre la biología y características poblacionales de *M. tenellum*, en la laguna de Tres Palos.

Sánchez (1975 y 1976) realiza una serie de experiencias de cultivo de juveniles de *M. tenellum* en El Salvador. Guzmán (1975, 1976 y 1977) desarrolla una serie de informes de investigación sobre *M. tenellum*, con atención a su biología, ecología y pesca. Cabrera (1976) y Cabrera et al (1976) aportan conocimientos sobre *M. acanthurus*, tanto sobre su Biología como de su experiencias de cultivo. Chávez y Chávez (1976) realizan un trabajo sobre la Biología de *M. carcinus*. Negrete (1977) desarrolla una tesis profesional sobre la fecundidad de *M. tenellum*.

Guzmán y Negrete (1976) presentan una ponencia sobre un modelo matemático que determina la relación de la fecundidad con el peso y la longitud. Guzmán, Kensler y Cabrera (1977a y 1977b), contribuyen al conocimiento de las especies del género *Macrobrachium* en México y su importancia económica. Guzmán y Kensler (1977) desarrollan un informe sobre las posibilidades de cultivo para varias especies del género *Macrobrachium* en la cuenca baja del Río Balsas, Michoacán y Guerrero.

Durante el II Simposio Latinoamericano de Acuicultura en 1978, fueron presentados varios trabajos sobre el grupo *Macrobrachium* con un enfoque primordial hacia su cultivo: Zarate presenta un ensayo sobre una técnica de cultivo, bajo condiciones controladas. Arana, sobre la planeación de la explotación y sistemas de cultivo. Vado con la especie *M. amazonicus* sobre las investigaciones tecnológicas para el aprovechamiento integral de la especie en Brasil. Martínez et al en relación al semicultivo experimental de *M. tenellum*. Guzmán et al sobre las posibilidades del cultivo de las especies mexicanas del grupo *Macrobrachium*. Cuevas, sobre las tasas respiratorias de *M. tenellum*. Cabrera et al, presenta un método para el cultivo comercial de *M. acanthurus* en Veracruz. Domínguez, describe las estrategias para la optimización del cultivo de *M. rosenbergii*.

Guzmán et al (1979) en un trabajo denominado "Análisis del Estado del Arte de la Acuicultura en México", presentan un mecanismo de selección y la biosinopsis de especies de cultivo incluyendo a *M. tenellum*. González (1979) desarrolla su tesis profesional sobre el ciclo reproductor de *M. tenellum* en algunas lagunas costeras de Guerrero. Cabrera et al (1979) realizan una investigación sobre la fecundidad y el desarrollo larval de *M. tenellum*. Granados (1980 y 1984), Granados y Guzmán (1984) desarrollan investigaciones sobre la biología y aspectos poblacionales de *M. americanum* en Guerrero y Michoacán. Villalobos (1982) realiza una evaluación de la disponibilidad de postlarvas de *M. tenellum*, para establecer sus posibilidades de semicultivo en Guerrero. Guzmán et al (1983) realizan una investigación sobre el ciclo reproductor de *M. tenellum* y los factores medioambientales que lo determinan. Guzmán y Roman (1983 y 1985) realizan varios trabajos sobre el parasitismo del isópodo *Probopyrus pandalicola*, en el langostino *M. tenellum* en lagunas costeras y ríos de Guerrero y Michoacán.

Particularmente la información del grupo *Macrobrachium*, es dispersa, fraccionada y cubre muy diversos aspectos. En general los trabajos se han centrado en aquellas especies de importancia económica, lo que implica una seria dificultad para tener una información integral de todos los aspectos de cada una de las especies del grupo.

## 5 METODOLOGIA

En el presente capítulo se describe la red de estaciones de muestreo, su número y distribución por área. La metodología empleada en los aspectos granulométricos, hidrológicos y biológicos. Los métodos específicos para cada uno de los subprogramas, así como los programas de computo utilizados.

### 5.1 Red de estaciones.

La red de estaciones se dividió en dos partes: la primera incluye a la red general de estaciones para toda el área y para todas las etapas del estudio. La segunda abarca la red particular de estaciones específicas para la Laguna de Tres Palos, donde se explican los criterios para su establecimiento.

#### 5.1.1 Red general de estaciones.

Se cubrió un total acumulado de 60 estaciones de muestreo, a través de 48 salidas al campo. La red general de estaciones se estableció en dos tipos básicos de ambientes en relación a la distribución del langostino *Macrobrachium tenellum*: 1) Ambiente limnético, en los Ríos Balsas, La Unión, Coyuca, Papagayo y en la Presa La Villita sobre el Río Balsas y 2) Ambiente estuarino, en el estuario del Río Balsas y en las Lagunas Costeras de Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo, cuya localización se presenta en la figura 5.1.

El trabajo se desarrolló en varias etapas: en la primera etapa (1975 y 1976), los trabajos fueron realizados en ambientes estuarinos, en las lagunas de Mitla (F), Coyuca (G) y Tres Palos (H), en la segunda etapa (1977), lo fueron estuarinos en la Laguna de Coyuca (G) y limnéticos en el Río Coyuca (D), en la tercera etapa (1978 y 1979), se dio especial atención a los ambientes limnéticos en los ríos y presas; Río Balsas (B), de La Unión (C), Coyuca (D) y Papagayo (E), y a la Presa de la Villita (A) sobre el Río Balsas. La cuarta etapa (1980 y 1981), donde se fundamenta la mayor parte del presente trabajo se realizó en ambientes estuarinos en la laguna de Tres Palos (H) y en la de Chautengo (I). La última etapa (1982 y 1983), se basó en la obtención de información ambiental y biológica complementaria en el área de estudio, particularmente en ambientes estuarinos en las Lagunas de Mitla, Coyuca y Tres Palos.

En el cuadro 5.1 se presentan las diferentes etapas en que se dividió el estudio, los años y las áreas geográficas donde fueron realizadas, identificándose con una letra el nombre de cada una de ellas y el número total de estaciones muestreadas.

Cuadro 5.1 Etapas, Áreas y estaciones.

Año	Etapas	Áreas y Estaciones								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1975	I						2			2
1976	I						2	2		2
1977	II				3					10
1978	III	3	9	1	2	1				2
1979	III	3	9	1	2	1				
1980	IV									16
1981	IV									16 6
1982	V						*	*	*	
1983	V						*	*	*	

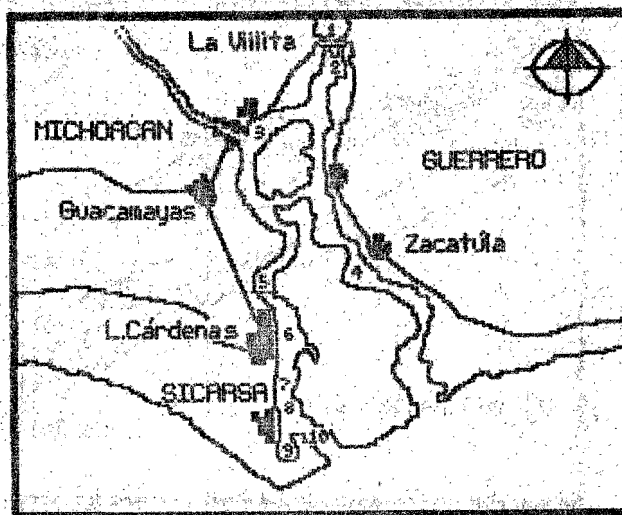
La ubicación de las estaciones en cada uno de las áreas de estudio se presentan en los mapas de las figuras 5.1 a 5.5, particularmente en lo que se refiere al Río Balsas y a las Lagunas Costeras de Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo. Respecto a los otros ríos estudiados, el muestreo se realizó con base a transectos de 1 kilómetro de largo, paralelos al eje longitudinal del río y con una distancia entre ellos de aproximadamente 10 kms.

#### 5.1.2 Red de estaciones: Laguna de Tres Palos.

La red de estaciones de la laguna de Tres Palos fue establecida mediante dos procesos secuenciales, el primero consistió en realizar una estratificación (zonación) en la laguna, y el segundo fue la ubicación de las estaciones de muestreo dentro de los estratos, en número proporcional al área de cada uno de ellos.

La estratificación estadística de la laguna obedece a la necesidad de establecer estratos o zonas de características homogéneas o comunes entre sí, las cuales influyen o determinan los fenómenos biológicos y ambientales a estudiar. Los criterios que se utilizaron para definir los estratos fueron el tipo de litoral (rocoso o arenoso), profundidad de la zona (profunda o somera), presencia de afluentes (ríos o arroyos), presencia de afluentes, en este caso canales intermareales (canales de comunicación con el mar) y finalmente aquellos estratos alejados de la costa lagunar y que fueron denominados estratos centrales (profundo mayor de 2 m. y somero menor de 2 m.). Ver el mapa de la figura 5.6A.

Para cada uno de los estratos fue calculada el área relativa mediante planimetría polar, en mapas con escala 1:10,000. Se calculó el área relativa proporcional de cada uno de ellos. Previamente se había determinado en 16 el número de estaciones de muestreo, se obtuvo la proporción relativa para cada una de las 16 estaciones, y este número fue distribuido entre la parte proporcional de cada estrato.



**Fig. 5.1 Delta del Río Balsas.**

El Río Balsas se encuentra entre los límites de los estados de Guerrero Y Michoacán, formando un amplio delta. La red de estaciones se realizó a lo largo de un transecto siguiendo el eje del río, desde la Presa de la Villita hasta la desembocadura con el mar. Se estableció una red de 10 estaciones aproximadamente equidistantes.

Numero	Nombre:
01	Presa La Villita
02	Cortina de la Presa
03	Guacamaya
04	Zacatula
05	Planta de agua
06	Lazaro Cardenas
07	SICARSA
08	Isla Cayacal
09	Darsena
10	Desembocadura

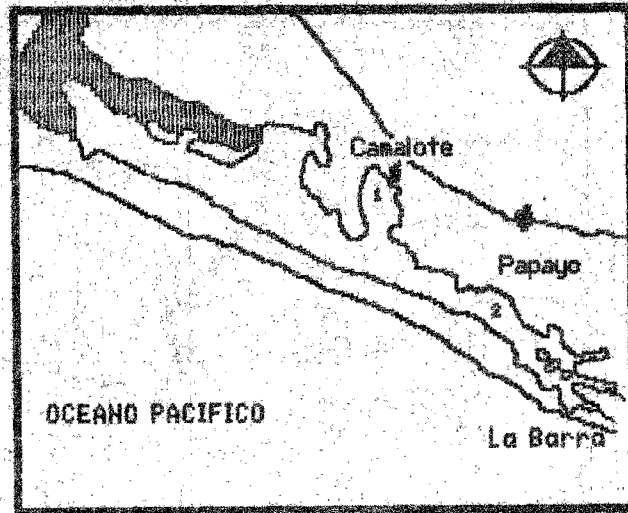


Fig. 5.2 Laguna de Mitla.

La laguna de Mitla se encuentra al Noroeste del Puerto de Acapulco (105 Km). Se establecieron dos estaciones, una en la Bahía de Camalote y otra en el embarcadero de Papagayo. En la estación Papagayo y en la población del mismo nombre fue realizado un monitoreo sobre las capturas comerciales. El área sombreada indica zonas de inundación.

Numero	Nombre:
01	Camalote
02	Papagayo

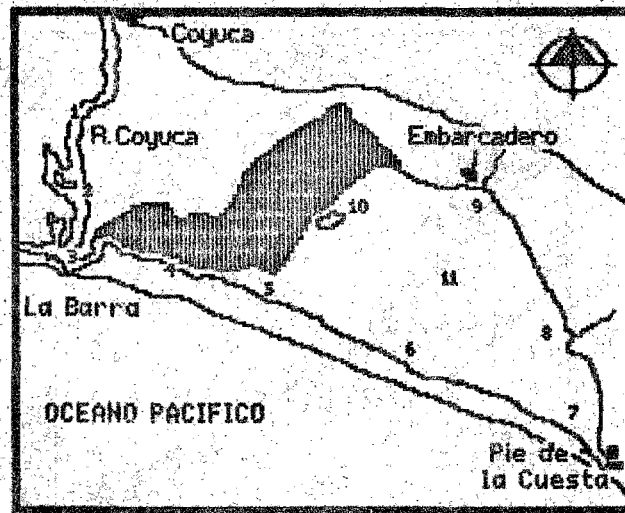


Fig. 5.3 Laguna de Coyuca.

La Laguna de Coyuca se localiza al noroeste del Puerto de Acapulco (30 Km) y al Sureste de la Laguna de Mitla (75 Km). La red de estaciones incluye el cuerpo de la laguna, el Rio Coyuca y el canal de comunicaci3n entre ambos, se establecieron 11 estaciones, en esta red se incluyen ambientes limn3ticos (\*) y estuarinos. El 1rea sombreada indica zonas de inundaci3n.

Numero	Nombre:
01	Rio Coyuca *
02	El Estacionamiento *
03	La Barra
04	El Canal
05	Boca del Canal
06	Papanga
07	Pie de la Cuesta
08	Arroyo Zarco
09	El Embarcadero
10	Isla Montosa
11	Centro

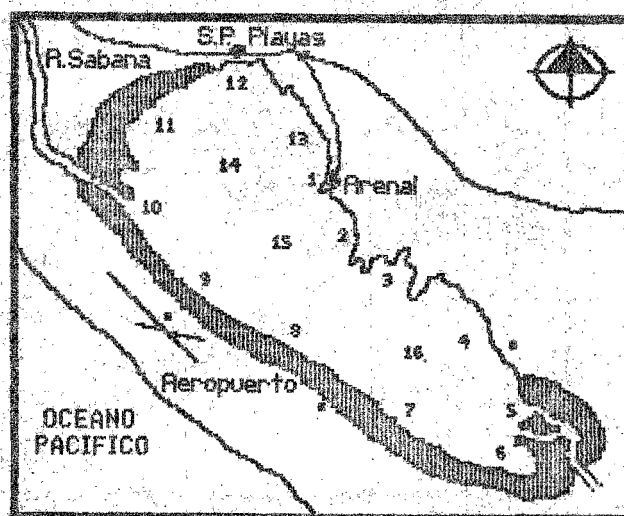
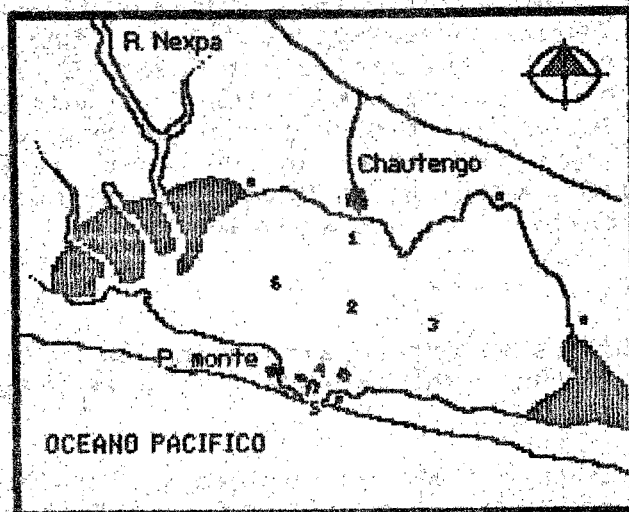


Fig. 5.4 Laguna de Tres Palos.

La Laguna de Tres Palos se encuentra ubicada al Sureste del Puerto de Acapulco (25 Km). En ella solamente se consideró al ambiente estuarino. En esta laguna se estableció la red mas amplia de estaciones por su tamaño, determinandose 16 estaciones. El área sombreada indica zonas de inundación.

Numero	Nombre
01	El Arenal
02	La Grava
03	El Guanil
04	La Estación
05	El Canal
06	El Podrido
07	La Coposa
08	El Varadero
09	El Aeropuerto
10	Boca del Rio
11	La Pascuala
12	Las Playas
13	La Ollita
14	La Profunda
15	El Chapuzón
16	La Elodia





**Fig. 5.5 Laguna de Chautengo.**

La Laguna de Chautengo, se encuentra al Sur del Puerto de Acapulco (85 Km), y de la Laguna de Tres Palos (65 Km). La red establecida fue de 6 estaciones. En esta laguna el muestreo fue un monitoreo estacional durante la época de desarrollo larval de la especie. El área sombreada indica zonas de inundación.

Numero	Nombre
01	Embarcadero
02	Central
03	Oriental
04	Pico del Monte
05	Bocana
06	Occidental

La laguna fue dividida en cuadrantes de 2 kilometros de lado, los cuales fueron numerados en orden progresivo. Se marcaron 16 cuadrantes con las estaciones asignadas (E) específicamente. Por medio de números aleatorios se seleccionaron otras 16 estaciones y se marcaron los cuadrantes correspondientes con un asterisco (\*). Para ello fue utilizado un programa generador de números pseudoaleatorios, mediante un método lineal multiplicativo (Knuth, 1971), dado por la siguiente ecuación:

$$U_{i+1} = f_{i+1} (a-b) + a \quad (5.01)$$

Donde (U) es el número aleatorio,  $(i) = 0, 1, 2, \dots$  y  $(f_{i+1})$  es la parte fraccional de  $(997 f_i)$ , y  $(f_0)$  es una constante = 0.5284163

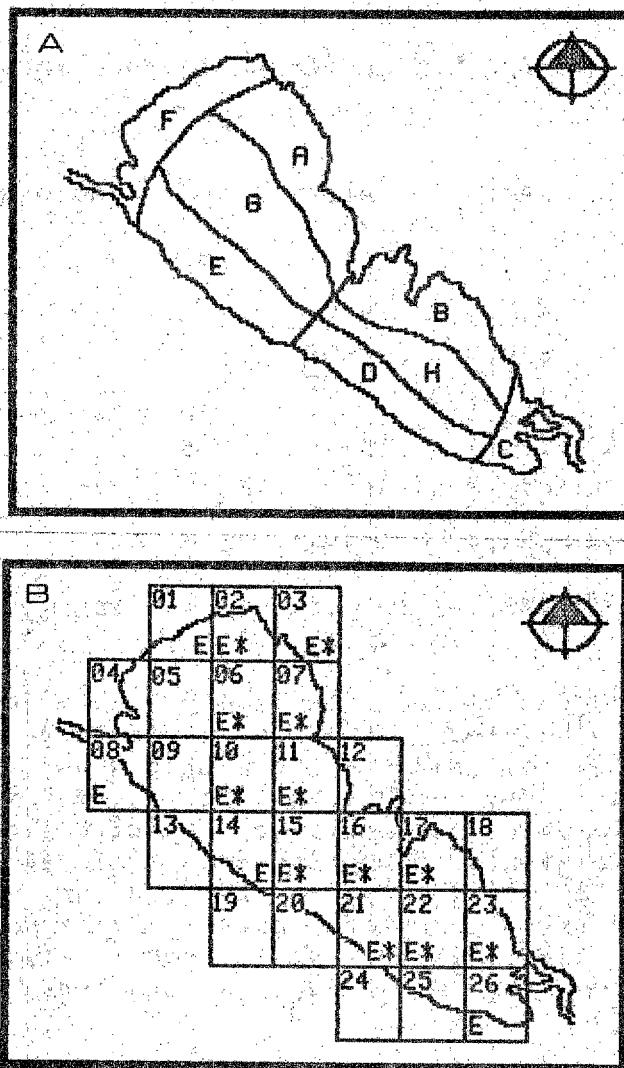
En la figura 5.6B se observa el mapa de la laguna con los cuadrantes numerados, las estaciones asignadas y las estaciones aleatorias anteriormente mencionadas, identificadas con los siguientes símbolos: (E) y (\*).

Finalmente se realizó una comparación entre las estaciones Aleatorias (Calculadas) y las estaciones asignadas (Observadas) mediante un análisis de Chi cuadrada.

De acuerdo a los resultados de esta prueba estadística, la diferencia entre las estaciones aleatorias y las estaciones asignadas, se encontró que no son significativamente diferentes a un nivel de confianza de 0.05, dado que el valor de la Chi cuadrada teórica es de 14.067 (para 7 grados de libertad) es mucho mayor que el de la Chi cuadrada asignada; 3.04. Por otra parte la diferencia porcentual en números absolutos es del orden de 13.43 % entre ambos sistemas de estaciones.

En el cuadro 5.4 se presentan los estratos, su área relativa, el porcentaje y el número con fracciones de las estaciones aleatorias, el número entero de las estaciones asignadas y su porcentaje correspondiente, finalmente la diferencia entre los porcentajes de ambos sistemas de estaciones y sus totales correspondientes.

Para realizar el posicionamiento práctico dentro de la laguna una vez determinadas las estaciones, estas fueron ubicadas en un mapa, en el cual se establecieron puntos de referencia, auxiliándose con observaciones de campo, se elaboró una relación de tres puntos para cada una de las estaciones. Para localizar una estación determinada en la laguna, el posicionamiento inicialmente se determinó con el auxilio de un sextante y de los tres puntos de referencia, posteriormente fué substituido por un compás de campo y mediante el cálculo de tiempos y rumbos, auxiliado con las referencias visuales de la línea de costa. Estas referencias fueron en general: poblados, carreteras, montes, edificios y construcciones (Hoteles y aeropuerto), embarcaderos, desembocaduras, islas, canales, cultivos (Palmas de coco).



**Fig. 5.6 Estratos y estaciones, en la Laguna de Tres Palos.**

**5.6A División por estratos.**

- A Litoral rocoso en zona profunda
- B Litoral rocoso en zona somera
- C Canales intermareales
- D Litoral arenoso en zona profunda
- E Litoral arenoso en zona somera
- F Desembocadura de ríos y arroyos
- G Central en zona profunda
- H Central en zona somera

**5.6B Estratos y red de estaciones.**

Estaciones aleatorias (\*)  
Estaciones asignadas (E)

Nota: profunda > 2 m.  
somera < 2 m.

Cuadro 5.2 Estratos, áreas y estaciones.

Estrato	Area	Estaciones		Asignadas	Difer.	
		Aleatorias (%)	No.			
A	730.7	12.14	1.9	3	18.75	-6.61
B	634.0	10.54	1.7	2	12.50	-1.97
C	323.3	5.37	.9	2	12.50	-7.13
D	703.5	11.69	1.9	1	6.25	5.44
E	930.5	15.46	2.5	2	12.50	2.96
F	1045.8	17.37	2.8	3	18.75	-1.38
G	1098.0	18.24	2.9	2	12.50	5.74
H	554.3	9.21	1.5	1	6.25	2.96
Total	6020.1	100.00	16.1	16	100.00	13.45

De acuerdo al mapa de la figura 5.6 los números aleatorios generados coincidieron en 12 de las 16 estaciones asignadas, esto determina que el sistema de estaciones asignadas tenga una aleatoriedad del 75 %. De esta forma se concilia satisfactoriamente un problema ancestral, una red de estaciones con dos sistemas aparentemente excluyentes; un sistema de estaciones aleatorias y un sistema de estaciones asignadas específicamente. El método puede utilizarse también como una prueba de aleatoriedad, para probar sistemas de estaciones convencionales. En el cuadro a continuación se presentan los resultados.

Cuadro 5.3 Estaciones, nombres y códigos.

Estrato	Numero	Nombre	Código
A	01	El Arenal	AR01
	02	La Grava	GR02
	13	La Ollita	OL13
B	03	El Guamí	GU03
	04	La Estación	ES04
C	05	El Canal	CA05
	06	El Podrido	PO06
D	07	La Coposa	CO07
	08	El Varadero	VA08
E	09	El Aeropuerto	AE09
	10	Boca del Río	RI10
	11	La Pascuala	PA11
F	12	Las Playas	PL12
	14	La Profunda	PR14
G	15	El Chapuzón	CH15
	16	La Elodia	EL16

## 5.2 Material y métodos.

Para cada uno de los subprogramas se describe el material y la metodología general que en él se utilizó, aún cuando en el desarrollo del capítulo correspondiente se extiende la información.

### 5.2.1 Subprograma ambiental.

En aspectos generales tales como geología y edafología fueron realizados con base a la información bibliográfica del área, algunas observaciones en el campo fueron adicionadas al material. Respecto a la climatología fueron analizadas los ciclos anuales de precipitación y temperatura ambiente para 6 estaciones meteorológicas. Los valores de insolación fueron determinados mediante el programa de computo Helios.

**Batimetría:** para cada una de las laguna se realizaron mapas batimétricos, las isobatas fueron calculadas para cada metro de profundidad. Se calcularon las curvas hipsográficas de superficie y de volumen correspondientes. Los datos fueron obtenidos de Saenger (1975), Gutiérrez *et al* (1975 y 1976) y Ramírez *et al* (1954). Para la integración del mapa batimétrico de la Laguna de Coyuca se utilizó la información parcial de Guzmán *et al* (1978a y 1978b). En el caso de La Laguna de Tres Palos se hizo un estudio particular, con transectos y estaciones, utilizando para ello una ecosonda marca Raython modelo DE-719.

**Morfología:** a cada una de las lagunas les fueron calculados los parámetros morfométricos, bajo los criterios de Welch (1952), Hutchinson (1975), Wetzel (1975), Cole (1979), Lind (1979) y Wetzel y Likens (1979). Estos parámetros fueron: longitud máxima (l), ancho máximo (b), ancho medio (b'), longitud de línea de costa (L), desarrollo de la línea de costa (D), área (A), volumen (V), desarrollo de volumen (Dv), profundidad máxima (zm), profundidad media (z'), profundidad relativa (zr) y el cociente de la relación profundidad media - profundidad máxima (z'/zm).

**Granulometría:** durante el presente trabajo se realizó el estudio granulométrico de la Laguna de Tres Palos específicamente, mediante una red de estaciones (65), se determinaron las características granulométricas de los sedimentos superficiales, de acuerdo a los criterios establecidos por Shepard y Moore (1955) y al de Inman y Chamberlain (1955). Para Mitla y Chautengo, la información fue obtenida de Villaroel (1974), Gutiérrez *et al* (1975 y 1976) y Lankford (1974), La Laguna de Coyuca, no ha sido estudiada desde el punto de vista sedimentológico pero considerando que mantiene un patrón similar al de Mitla y al de Tres Palos y con la información obtenida por Guzmán *et al* (1978a y 1978b) fue integrado un mapa preliminar.

**Hidrología general:** se registran las características hidrológicas generales de los 21 ríos costeros más importantes y de las 10 lagunas costeras de Guerrero. En este aspecto se incluye el comportamiento hidrológico de los ríos y cuencas más importantes de la zona costera, particularmente el arrastre (volumen) y el tamaño de la cuenca de captación (área). Para las Lagunas de Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo, se reconstruyeron mediante un análisis polinomial de tercer grado los ciclos anuales de temperatura superficial del agua, salinidad y oxígeno disuelto, ya que se carecía de información sistemática.

**Hidrología particular:** en el caso particular de la Laguna de Tres Palos, se llevó un registro diario en los cambios del nivel del agua con ayuda de un limnigráfico, los datos fueron graficados semanalmente para los ciclos de 1980 y 1981. Las variables ambientales registradas en cada una de las estaciones de muestreo, fueron realizadas en superficie y fondo durante la primera y segunda etapa (I y II) del programa, en las últimas etapas (III y IV) fueron registrados para cada metro de profundidad, en lugares con menos de un metro se tomó en superficie y fondo, anotando la profundidad correspondiente.

Los datos fueron anotados en formas codificadas denominadas "Hidrología (A1)", (anexo M.1), registrando: estación y fecha, tipo y porcentaje de nubosidad, dirección y velocidad del viento, dirección y velocidad de la corriente, código de oleaje, profundidad del disco de Secchi, temperatura ambiente, color, olor y presencia de material flotante en el agua, profundidad, temperatura del agua, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, conductividad, salinidad, pH, hora del día y código del área de muestreo.

Se realizaron aproximadamente 1,386 determinaciones para cada uno de los parámetros ambientales básicos: transparencia, temperatura ambiente, temperatura del agua, oxígeno disuelto, salinidad y pH, en tres niveles promedio de profundidad. Con un total aproximado de 8,316 valores analizados.

La información correspondiente a la flora regional se basó en parte en los trabajos de Guzmán *et al* (1976, 1977 y 1978) realizados en la región de Coyuca, y en parte mediante observaciones complementarias que se efectuaron en el resto de las lagunas y ríos. Este material fue enriquecido con algunas revisiones bibliográficas complementarias, mencionadas en detalle en el capítulo correspondiente.

Respecto al inciso sobre de fauna terrestre y acuática de la zona de estudio, el trabajo se realizó con base a referencias bibliográficas específicas, particularmente en los trabajos de Guzmán *et al* (1976, 1977 y 1978), así como observaciones complementarias directas y encuestas con campesinos y pescadores de las lagunas y ríos del área.

### 5.2.2 Subprograma Biológico.

Para la realización del muestreo biológico, se utilizaron tres tipos de artes de pesca:

1) Atarraya: con un diámetro de 3 a 5 metros, con malla de 1 a 3 cm. Este arte de pesca fue utilizado a lo largo de todas las etapas del programa. 2) Chinchorro tipo playero: se utilizaron dos de 25 y 50 metros de largo de 2 y 3 metros de alto, ambos con copo y 1 cm de malla, el primero fué utilizado en la segunda etapa del programa y el segundo en la última. 3) Red de arrastre: también llamada red de prueba camaronera o chango, es una red de 3 m de ancho de boca, por 1 de alto, largo de 5 m, con malla en el copo de 5 cm y en el sobrecopo de 1 cm, la red tiene dos portones.

A las muestras biológicas se les realizaron dos tipos de análisis secuenciales:

**Capturas:** se identificaron las diversas especies de peces, crustáceos y moluscos capturados, se cuantificaron en número y peso total por especie, se registraron en la forma codificada "Capturas (C1)", (anexo M.2), los datos registrados son: Estación y fecha, nombre o código de la especie (Sp), número de organismos (N), peso total (g, Kg), peso promedio (g, Kg), número de embarcaciones (Ne), hora inicial (Hi) y hora final (Hf) de pesca, tiempo de pesca (Tp), nombre común (Nc), arte de pesca (Ar), código del área de muestreo, malla (Ml). La mayor parte del material fue devuelto vivo al agua, la parte que fue llevada al laboratorio se fijó, guardándose en bolsas de plástico con las etiquetas respectivas.

**Biometría:** para cada uno de los ejemplares se registraron en la forma codificada "Biometría (B2) Crustáceos", (anexo M.3), esta forma presenta el registro de: Estación y fecha, código de identificación del género y especie (G.Sp), longitud total, (Lt), longitud del cefalotórax (Lc), longitud de los pereópodos II (Lp) (Ver figura 5.7), peso total (Pt), sexo (Sx), estadio sexual (Sx.N), número de huevos (Nh), observaciones, como estado de muda (Mu), epizootos (Ez), o parásitos (Pa), código del área de muestreo, arte de pesca (Ar) y malla (Ml).

### 5.2.3 Subprograma Pesquero.

Se realizó un análisis general de la pesca del langostino en los estados productores de México, provenientes de los ríos y las lagunas costeras, describiendo especies, zonas, producción pesquera, artes de pesca, embarcaciones y operaciones pesqueras. Se analizó la producción pesquera en relación a las condiciones ambientales, tomando como estas al clima. Se utilizó para ello las estadísticas de producción pesquera y los registros climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional, se puso especial énfasis en la altitud sobre el nivel del mar, la precipitación y la temperatura ambiente.

El análisis técnico-pesquero se realizó para el caso particular de la Laguna de Tres Palos, en la cual se analizaron diariamente las operaciones y desembarcos de pesca de cuatro unidades pesqueras típicas de la laguna, en dos ciclos pesqueros: el ciclo de 1976 y el ciclo de 1981, registrándose en la forma "Capturas (C)" descrita anteriormente. Los resultados del análisis de la información fue extrapolada a la población pesquera total de la laguna, para determinar la capacidad productiva de la misma, previo inventario de las unidades pesqueras que operan en ella.

En el transcurso del estudio para los subprogramas biológico y pesquero, fueron colectados y/o analizados 449,504 organismos del langostino *M. tenellus*, 47,862 de Camarón blanco *Penaeus vannamei* y 224,847 peces pertenecientes a 8 familias. Así como información cualitativa de otras especies de invertebrados.

En la figura 5.7 se presentan las 3 principales medidas biométricas realizadas en los individuos de *M. tenellus*. En el inciso Identidad (8.1), se describen las medidas adicionales para el análisis biométrico de la especie.

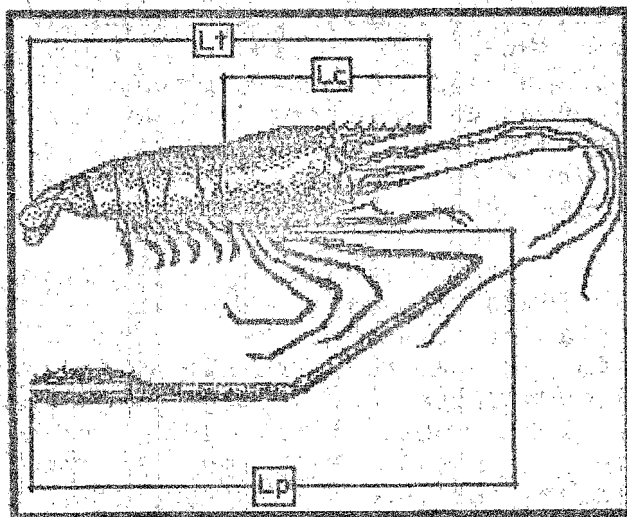


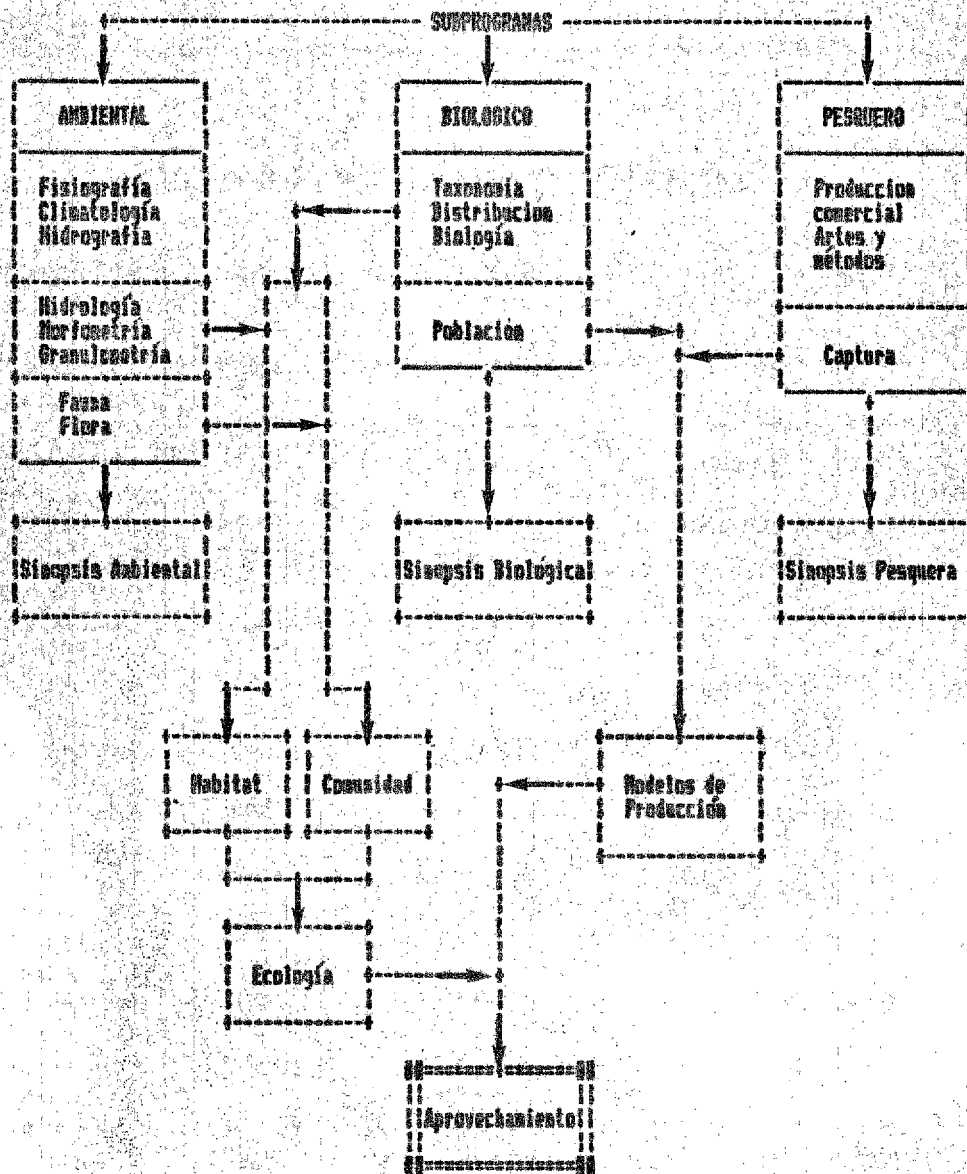
Fig. 5.7 Medidas biométricas en *M. tenellus*.

Lt Longitud total  
 Lc Longitud del cefalotórax  
 Lp Longitud del pereopodo II

En el cuadro 5.4 a continuación, se hace una síntesis de los principales temas desarrolladas dentro de cada uno de los subprograma, así como la interacción entre los diversos niveles de los mismos.



Cuadro 5.4 Estructura de la investigación.



## 5.3 Programoteca.

Los programas de computo que se utilizaron a lo largo de este trabajo se enlistan a continuación, haciendo referencia al nombre, autor o firma comercial que lo desarrollo, año y aplicación del mismo.

Cuadro 5.5 Programas de computo.

No.	Nombre	Autor	Año	Aplicación
1	Aqua Eva	Guzmán	1984	Evaluación acuacultural
2	Apple Plot	Apple Comp.	1980	Graficación
3	Apple World	Lutus	1979	Gráficos tridimensionales
4	Beagle Graphics	Simonsen	1984	Gráficos
5	Bio-Sedim	Guzmán	1985	Estimación poblacional
6	Crecimiento	Villar y Guzmán	1984	Cálculo del crecimiento
7	Curve Fitter	Warne	1980	Ajuste de curvas
8	Curfit II	Spain	1984	Ajuste de curvas
9	DAISY	Killion	1981	Base de datos y estadística
10	E.L.F. (V) 41 E.L.F. (V) 42	Winchendon Group	1982	Base de datos y estadística
11	Graphics tablet	Apple Comp.	1979	Digitalización de gráficos
12	Graf-Prix	Villar y Guzmán	1984	Impresión de gráficos
13	Helios	Ganem y Guzmán	1985	Efemérides solares
14	Biostatistics	Kincaid	1982	Estadística
15	Mouse Paint	Apple Comp.	1983	Gráficos
16	Rendimineto	Villar y Guzmán	1984	Rendimiento por recluta
17	Super Plotter	Dickens	1981	Graficador de funciones
18	Super Text	Muse Software	1984	Procesador de textos
19	Topographic	Apple Comp.	1980	Cartografía
20	Triple Dump	Simonsen y Renstrom	1984	Impresor de Gráficos
21	VisiCalc //e	Software	1981	Hoja de calculo Electrónica
22	VisiTrend - VisiPlot	Personal Software	1981	Base de Datos Estadística Graficación

## 6 AREA DE ESTUDIO

Se describe el área de estudio en dos aspectos: el área general como tal y las áreas particulares de trabajo.

### 6.1 Area general.

El Estado de Guerrero se encuentra en el sur de la República Mexicana, entre los 98.30 y los 102.15 grados de Longitud Oeste y entre los 16.20 y los 18.45 de Latitud Norte. Limita al sur con el Océano Pacífico. La línea de costa sigue una dirección del Oeste Noroeste hacia el Sur Sureste. Limita al Oeste y al Norte con el Estado de Michoacán, al Norte con el de México y Morelos, al Noreste con el de Puebla y al Este con el de Oaxaca (Fig. 6.1). Las principales poblaciones del estado son Chilpancingo su capital e Iguala. En la región costera se encuentran poblaciones de importancia, que de Norte a Sur son: Zihuatanejo, Tecpan, Atoyac, Coyuca, Acapulco, Tres Palos, San Marcos y Copala, en la mayor parte de ellas se realizan actividades de pesca, ya sea captura o comercio. Información detallada sobre el estado y la planicie costera se presentan en el capítulo de Aspectos Ambientales (7).

### 6.2 Areas particulares.

El Área de estudio se encuentra en la planicie costera del Estado de Guerrero, desde la desembocadura del Río Balsas (Michoacán) hasta Punta Maldonado (Oaxaca). Las áreas de trabajo se han dividido en dos grandes grupos: zona Norte y zona Sur (Fig. 6.2), las que a su vez se han subdividido en ambientes: limnético y estuarino. Los ambientes y localidades estudiados se presentan en el cuadro 6.1 a continuación.

Cuadro 6.1 Ambientes y localidades de estudio.

Ambientes	Habitat	Nombre	Clave
Limnético	Presa	La Villita	A
	Ríos	Balsas	B
	"	La Unión	C
	"	Coyuca	D
	"	Papagayo	E
Estuarino	Lagunas	Mitla	F
	"	Coyuca	G
	"	T. Palos	H
	"	Chautengo	I

En las figuras 6.3 y 6.4 se observan mapas de las zonas Norte y Sur del área, donde se muestran los ríos y las lagunas estudiadas.

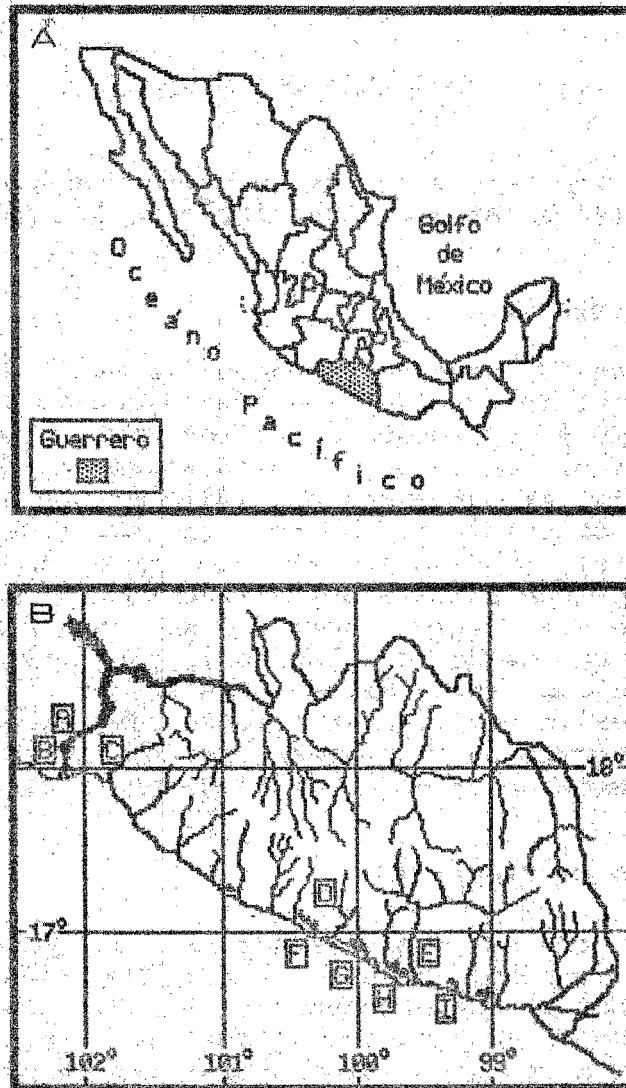
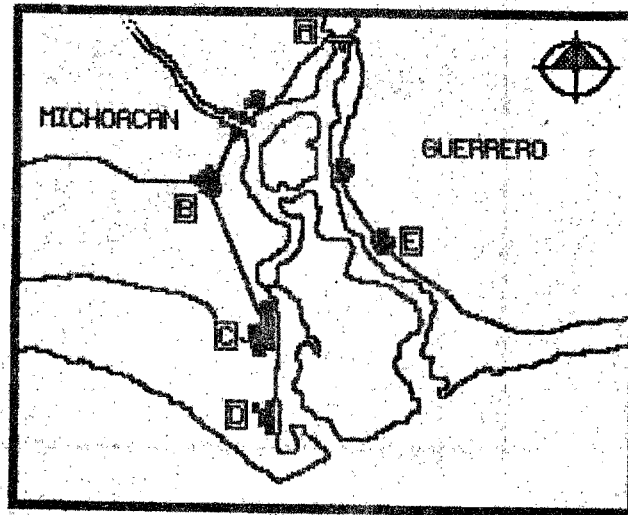


Fig. 6.1 Localización del área de estudio.

A Estado de Guerrero.

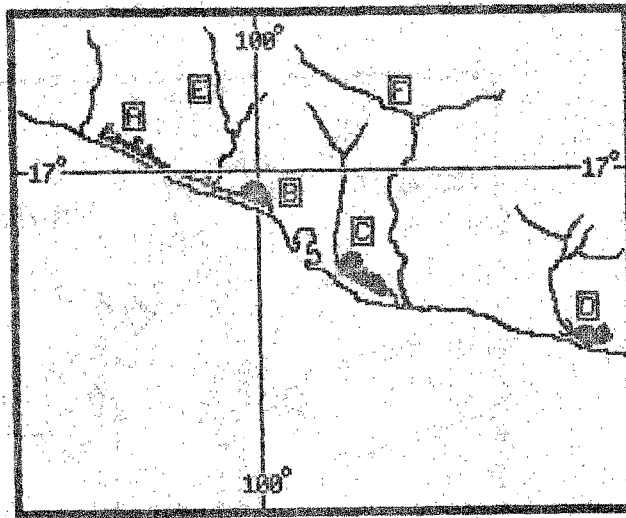
B Areas de estudio:

Z. Norte:	Presa de la Villita	A
	Rio Balsas	B
	" de la Unión	C
Z. Sur:	Rio Coyuca	D
	" Papagayo	E
	Laguna Mitla	F
	" Coyuca	G
	" T. Palos	H
	" Chautengo	I



**Fig. 6.2 Localización del Delta del Río Balsas.  
en la zona Norte**

- A Presa la Villita**
- B Guacamayas**
- C Zacatula**
- D Lázaro Cárdenas**
- E Siderúrgica**



**Fig. 6.4 Localización de lagunas y ríos.  
en la zona Sur**

- A Laguna de Mitla
- B Laguna de Coyuca
- C Laguna de Tres Palos
- D Laguna de Chautengo
  
- E Río Coyuca
- F Río Papagayo

## 7 ASPECTOS AMBIENTALES

### 7.1 Aspectos generales.

Los aspectos ambientales fundamentalmente el geográfico y el climático, forman el marco estructural en el cual se encuentra el Sistema Lagunar Costero de Guerrero, estos aspectos determinan los fenómenos que ocurren en las cuencas lagunares, influyendo en los fenómenos cíclicos que en ellas ocurren y que a su vez se reflejan en el comportamiento de los organismos acuáticos y terrestres, tanto vegetales como animales, que viven en ellas.

#### 7.1.1 Fisiografía.

La mayor parte del Estado de Guerrero a excepción de su porción Noroeste esta comprendida en la Provincia Geológica denominada Sierra Madre del Sur (Maldonado-Koerdell, 1971), la cual es un levantamiento continental, que de acuerdo a la teoría de la Tectónica de Placas es producido por la colisión de la Placa Americana (continental) en su choque con la Placa de Cocos (oceánica).

La estructura geológica general del Estado de Guerrero, esta compuesta por tres grupos de materiales, que son: rocas ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas.

La Sierra Madre del Sur divide geológicamente al estado en dos partes principales, en el norte predominan las rocas sedimentarias del Mesozoico, Terciario y Cretácico. En el sur (incluyendo la planicie costera) prevalecen rocas de las eras Cuaternaria y Paleozoica (Mañón, 1985).

En el Sistema Volcánico Transversal, predominan las rocas ígneas del Cenozoico, con materiales piroclásticos, que cubren rocas más antiguas del Cretácico inferior. En la Depresión del Balsas: las rocas predominantes son sedimentarias del Mesozoico, la denudación de estas rocas ha conducido a la depositación de materiales en el fondo de los valles, formando capas de materiales cuaternarios. Sierra Madre del Sur, se originó a fines del Cretácico Superior y principios del Cenozoico y fue formado por rocas sedimentarias paleozoicas, pizarras cristalinas e intrusiones graníticas, coronada en algunas partes por manchones o bloques de caliza mesozoica (Mañón, 1984). Al levantarse la Sierra Madre del Sur se inició la erosión que ha dejado al descubierto rocas del Proterozoico y Arqueozoico. Los arrastres fluviales formaron las planicies aluviales costeras y playas, conformando el aspecto en el cual hoy se conocen (Mañón, 1984).

Los materiales predominantes que se encuentran en los suelos superficiales de la llanura costera del estado, son sedimentarios del Cuaternario, formados por aluvión, suelos residuales y tobas alterados.

La Fisiografía del Estado de Guerrero, se caracteriza por presentar varias regiones que se describen a continuación:

**Sistema Volcánico Transversal:** con alturas promedio a los 2000 metros y topografía accidentada, con pendientes entre el 10 y 20 %, localizándose en el centro del estado.

**Depresión del Balsas:** se formó como consecuencia del levantamiento de la Sierra Madre del Sur, con alturas promedio sobre los 1000 metros, con topografía ondulada y accidentada, a causa de la erosión. Se distinguen algunas sierras como las de Teloloapan y de Huitzucó al norte.

**Sierra Madre del Sur:** presenta varias sierras las principales son las de Cuchilla, Cumbres de la Tentación, Igualatalco, Campo Morado y Malinaltepec; su orientación es de noroeste a sureste, con altura promedio de 2000 metros. En ocasiones a lo largo de la costa, las estribaciones de la sierra llegan hasta el mar formando acantilados y bahías como en Papanaoa, Zihuatanejo y Acapulco.

**Llanura Costera:** es una franja con un ancho promedio de 25 a 35 kilómetros, con una altitud máxima de 100 a 200 metros, esta franja es interrumpida por las estribaciones que llegan al mar. Entre los límites de Guerrero y Michoacán hasta el Río Papagayo, recibe el nombre de Costa Grande y de ahí a los límites con Oaxaca se denomina Costa Chica.

**Sismicidad:** el Estado de Guerrero queda comprendido dentro de la zona sísmica del Pacífico de México, localizada en la margen occidental del continente, los sismos registrados son de origen tectónico básicamente, caracterizados por una amplia área de influencia y amplios períodos de oscilación. La zona sísmica más crítica se encuentra entre los límites del Estado con Oaxaca, por otra parte un gran número de epifocos se ubican en las fosas oceánicas frente a la costa. Los sismos tienen un efecto mayor en las montañas que en la llanura costera.

### 7.1.2 Climatología.

La Climatología general del estado, tiene una influencia decisivamente local, dada su cercanía con el mar y con el Ecuador Térmico durante el verano (Latitud Norte 10 g.). Es importante destacar que de acuerdo a la circulación general de la atmósfera por quedar comprendido en la zona intertropical, la influencia de los vientos alisios del noroeste deberían tener una gran influencia durante la mayor parte del año, pero son interceptados por las sierras del noroeste, centro y oriente, donde descargan su humedad como lluvia. Siendo los vientos del sur y suroeste los dominantes en la zona costera.



Fotoperíodo: dada la importancia del fotoperíodo en los mecanismos de regulación biológica, se estimó la duración del día (fotoperíodo) para un punto geográfico correspondiente al centro de la Laguna de Tres Palos, al nivel del mar y situado a los 16 grados y 35 minutos de Latitud Norte y a los 99 grados y 45 minutos de Longitud Oeste, correspondiente al Huso Horario 6. En la tabla y figura 7.1 se observan los valores estimados y el comportamiento anual para cada uno de los días acumulados del año.

Cuadro 7.1 Duración del día, (Tres Palos).

Día	Orto	Ocaso	Horas
00	7.06	18.12	11.06
30	7.09	18.30	11.09
60	6.56	18.42	11.45
90	6.34	18.48	12.13
120	6.14	18.54	12.39
150	6.04	19.03	12.58
180	6.08	19.11	13.02
210	6.17	19.08	12.50
220	6.20	19.04	12.43
250	6.25	18.44	12.19
260	6.26	18.36	12.09
290	6.31	18.13	11.42
320	6.42	18.00	11.18
350	6.59	18.05	11.05
360	7.04	18.09	11.05

Se observa que el mayor número de horas de luz al día corresponden a mediados del año (día 180, junio), con 13.03 horas diarias, y el menor hacia finales del año con 11.05 horas (días 350-360, diciembre). Para el período de marzo a noviembre amanece antes de las 5:00 hs y anochece después de las 19:00 hs.

Energía: se estimó también la cantidad de energía como calorías por centímetro cuadrado por minuto que se recibe en las coordenadas antes mencionadas a las 12 horas. Los valores fluctuaron de un mínimo de 78.99 calorías en el mes de agosto a un máximo de 84.61 calorías en el mes de marzo, los meses que reciben más de 83 calorías van de febrero a mayo.

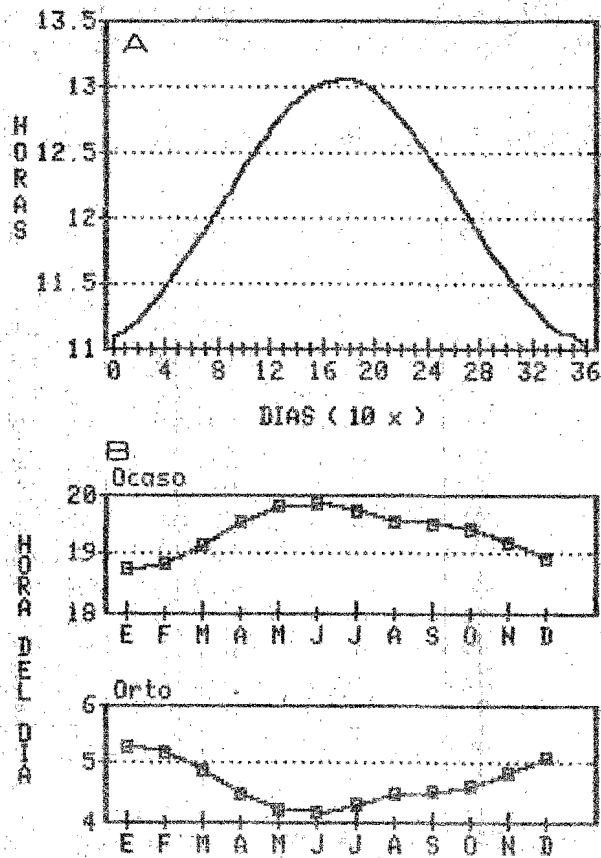


Fig. 7.1 Fotoperíodo en Tres Palos.

A Número de horas  
 B Orto y Ocaso

Clima: la costa del estado se encuentra dentro de la zona climática ecuatorial y subecuatorial. Vivó (1971) la clasifica de acuerdo al sistema de Köppen como clima Aw'. Garcia (1973) la clasifica como clima de tipo A, cálido húmedo o tropical lluvioso, de acuerdo a la modificación realizada al Sistema de Köppen por esta autora. Este clima se extiende a lo largo de la vertiente mexicana del Pacífico, desde el paralelo 24 Norte hacia el Sur, abarcando desde el nivel del mar hasta los 800-1000 metros de altitud. La temperatura del mes más frío es mayor de 18 grados centígrados, con una temporada de lluvias en verano y un invierno seco, con precipitaciones del mes más seco menores a los 60 mm y con un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10.2 % del total anual.

El clima "A" se subdivide a su vez en el tipo "Aw" con tres subtipos, que son: "Aw<sub>0</sub>", "Aw<sub>1</sub>" y "Aw<sub>2</sub>". Dentro de estos subtipos el porcentaje de lluvia invernal es menor al 5 % del anual. La oscilación isotermal es menor de 5 grados y se presenta la marcha de la temperatura tipo Ganges, con el mes más caliente antes del mes de junio.

En la región del Balsas se encuentra el clima (A)C(w<sub>2</sub>) semicálido subhúmedo, con una temperatura media entre 20 y 22 grados centígrados y con una precipitación de 1200 mm anuales, en algunas regiones se encuentra el AW<sub>1</sub>(w), cálido subhúmedo medio, con temperatura que van de 24 a 26 grados, con un precipitación de 1200 mm. En la depresión del Balsas se encuentra el AW<sub>0</sub>(w), cálido subhúmedo seco, con una temperatura que varía entre los 24 y 28 grados, con una precipitación de 1000 mm.

En las regiones de la Costa Grande y Costa Chica, predominan dos tipos de clima del grupo de los cálidos húmedos, el AW<sub>0</sub>(w), cálido subhúmedo seco, con una temperatura que va de 24 a 28 grados, con una precipitación de 1000 mm. y el AW<sub>1</sub>(w), cálido subhúmedo medio, con temperaturas de 24 a 26 grados y con una precipitación de 1200 mm.

Viento: el clima y la circulación del aire en la regiones costeras tropicales determinan que en Primavera-Verano (abril-octubre) se presente un flujo dominante de aire marítimo del Sureste, mientras que en Invierno (noviembre - marzo) se invierte y predomina un flujo terrestre del Noreste. Por este motivo los vientos húmedos de Verano provocan lluvia, con una disminución de la temperatura, siendo el invierno la época seca (Lankford, 1977).

Temperatura: es un factor climático determinado en gran medida por la altitud y la topografía. La temperatura media en las costas con elevaciones bajas es superior a los 27 grados, en las estribaciones montañosas es de 20 grados y en la depresión del Balsas es superior a los 28 grados.

La temperatura media en la década 1971-1980, considerando a 14 estaciones climatológicas de la franja costera, muestra un incremento que va de los meses de febrero a mayo con un valor promedio en mayo de 27.7 grados. Posteriormente se presenta una disminución de junio a enero, con un valor mínimo en enero de 25.5 grados. La mayor anomalía se presenta en septiembre como consecuencia de la mayor precipitación. En la Costa Grande la media de la década fue de 26.5 grados, mientras que en la Costa Chica fue 26.7 grados, siendo la diferencia entre ambas regiones mínima (Cuadro 7.2).

Precipitación: en la llanura costera y Sierra Madre del Sur la precipitación esta en equilibrio con la evaporación, a diferencia de la depresión del Balsas en donde se da la mayor insolación media del estado, y el mayor número de días despejados anuales, dando como resultado una evaporación mayor que la precipitación pluvial, por lo que en esta región se tienen los climas mas cálidos y secos del estado.

Durante el mismo periodo de 1971-1980, en relación a la precipitación media se observó un ciclo de precipitación regular que marca la época de lluvias y la de secas, con los meses de mayor precipitación de junio a octubre (máxima en septiembre con una media de 257.76 mm) y los meses de menor precipitación de diciembre a abril (mínima en marzo con una media de 0.311 mm). Para la Costa Grande el promedio fue de 937.9 mm anuales, equivalente al 42.4 % de la región costera. En la Costa Chica el promedio fue de 1,272.1 mm anuales, equivalente al 57.6 %.

En el cuadro 7.2 se presentan los datos climatológicos de temperatura y precipitación mensual, para las estaciones climatológicas de Norte a Sur: de La Unión, Atoyac, Coyuca, Acapulco, La Parota, Copala. En las figuras 7.2 y 7.3 se observa el comportamiento a lo largo del año de estos valores, observandose el comportamiento mas regular de la precipitación, con respecto a la temperatura, las lluvias se presentan de julio a noviembre, la época de mayor temperatura es de marzo a junio, siendo Copala, la estación que mayores fluctuaciones presenta a lo largo del año, Coyuca y la Parota son las más regulares.

Cuadro 7.2 Datos climatológicos.

	La Union		Atoyac		Coyuca	
	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
Ene	26.63	27.63	26.38	13.93	26.51	0.00
Feb	25.49	0.89	26.26	2.32	26.57	0.00
Mar	25.55	0.17	26.75	0.29	26.83	0.00
Abr	26.47	2.16	27.25	2.08	27.51	10.83
May	27.36	14.24	27.81	14.08	28.69	1.83
Jun	28.28	170.88	27.17	141.15	28.69	154.83
Jul	28.03	148.33	25.47	95.48	28.69	88.49
Ago	27.12	186.21	26.39	121.97	28.88	85.38
Sep	27.17	207.04	26.48	146.82	28.16	105.42
Oct	27.54	104.24	26.25	72.42	28.35	37.33
Nov	27.14	10.09	26.01	162.68	27.84	1.12
Dic	26.51	10.79	26.12	1.49	26.99	2.56
Min	25.49	0.17	25.47	0.29	26.51	0.00
Med	26.94	73.56	26.53	64.56	27.81	40.65
Max	28.28	207.04	27.81	162.68	28.88	154.83

	Acapulco		La Parota		Copala	
	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
Ene	25.93	15.09	24.79	14.02	23.44	18.38
Feb	25.89	1.32	24.93	0.83	23.54	2.32
Mar	26.26	0.55	25.84	0.00	23.87	0.00
Abr	27.11	7.39	27.17	5.99	24.97	8.21
May	27.53	27.22	28.64	31.68	25.35	51.52
Jun	28.22	260.71	27.92	209.28	24.12	242.81
Jul	28.22	230.59	27.31	175.65	24.81	232.21
Ago	27.93	209.94	26.87	160.33	24.69	268.57
Sep	27.52	300.67	26.24	251.56	24.38	266.95
Oct	27.79	123.22	26.29	111.85	24.78	106.55
Nov	27.19	53.58	25.88	20.67	24.69	17.48
Dic	26.48	1.16	25.14	0.92	23.95	14.45
Min	25.89	0.55	24.79	0.00	23.44	0.00
Med	27.17	102.62	26.42	81.90	24.38	102.45
Max	28.22	300.67	28.64	251.56	25.35	268.57

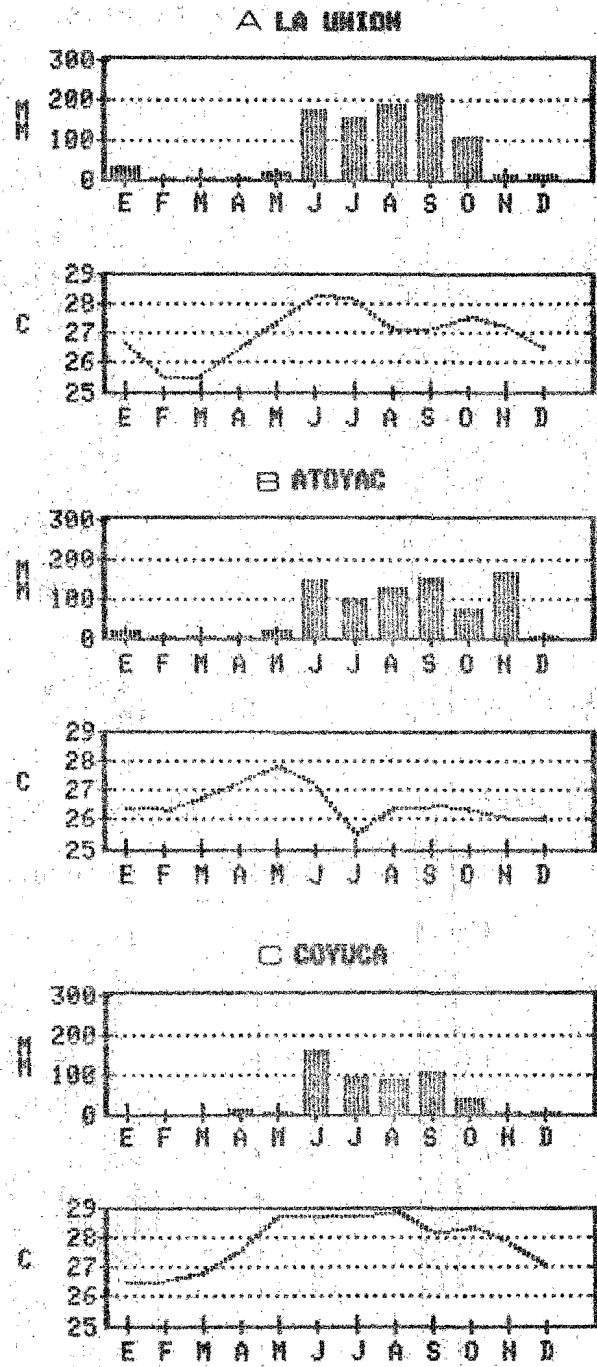


Fig. 7.2 Temperatura y precipitación I.

- A La Unión
- B Atoyac
- C Coyuca

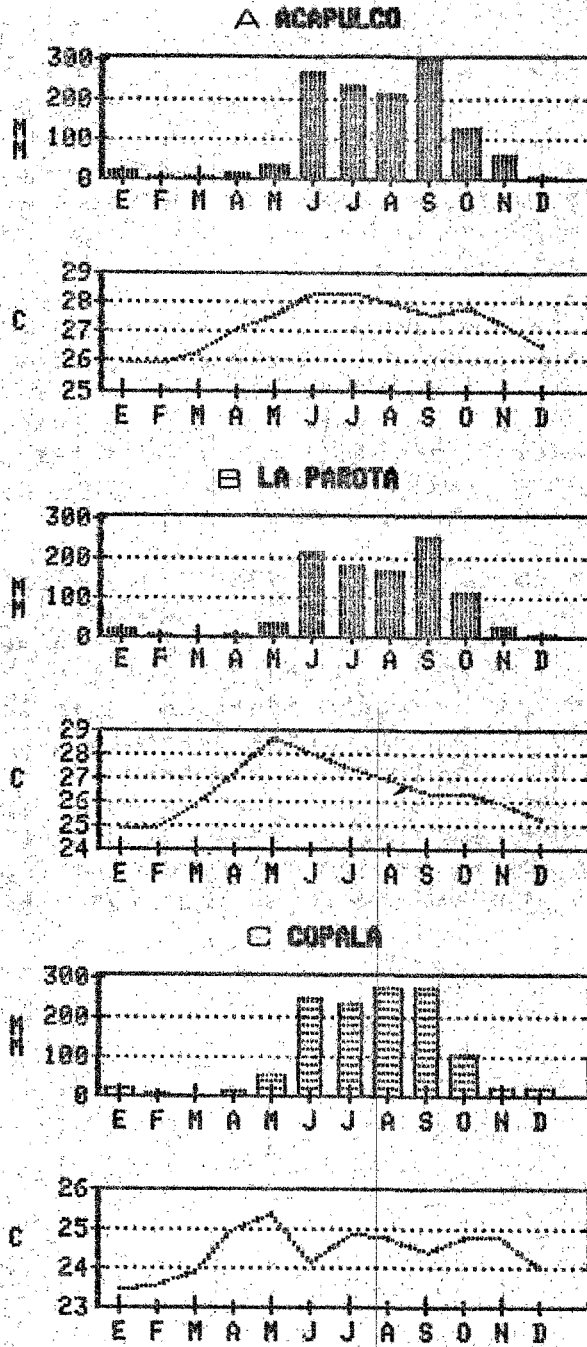


Fig. 7.3 Temperatura y precipitación II.

- A Carrera Larga
- B Acapulco
- C Copala

### 7.1.3 Edafología.

Los suelos en la Región de la Costa Grande son: Vertisol pélico, domina en la mayor parte de esta región, encontrándose también en algunas zonas del Norte del estado. Sus pendientes varían de 0 a 8 %, son suelos pesados, arcillosos y difíciles de labrar y de drenaje interno deficiente, requieren de humedad constante y tienden a solidificarse, son utilizados como praderas y campos de cultivo.

Suelos de la región de la Costa Chica; Acrisol ferrico, con pendientes similares al anterior, suelos ácidos, de fertilidad baja, de topografía accidentada, fácilmente erosionables, retienen poco el agua y los nutrientes, su uso es poco adecuado para cultivos. Regosol edrico, con pendientes similares, tienen baja capacidad para retener el agua, son de baja fertilidad y erosionables, se utilizan para cultivos.

De acuerdo a Mañón (1984) los suelos Entisoles son los más asociados con los cuerpos de agua Lenticos y Lóticos: Entisol psammaquents, suelos con textura arenosa, con una zona de acumulación de materia orgánica. Con poca capacidad de retención del agua, pero con el manto freático superficial. Se encuentran en dunas y playas, en las barras arenosas que separan a las lagunas costeras del mar. Mantienen una vegetación raquítica exploratoria. Entisol fluvents suelos de color rojizo, formados por estratificaciones periódicas de aluviones con un alto contenido de carbón orgánico. Se les encuentra en las llanuras de inundación y deltas, a lo largo del curso de los ríos y en la desembocadura del Río Balsas.



## 7.2 Morfometría lagunar.

El término "Laguna" de acuerdo a Ortiz (1977), se aplica a cuerpos de agua epicontinentales, con diverso origen, drenaje y dimensiones. Son cuerpos de agua relativamente inestables, con amplias fluctuaciones de nivel, pueden ser temporales o permanentes, someros y con el perfil del fondo suave y cóncavo, con líneas de costa mal definidas, con amplias llanuras de inundación y con vegetación en los márgenes. Para algunos autores los términos lago costero y laguna costera son sinónimos.

### 7.2.1 Origen y clasificación.

Hutchinson (1975) clasifica a los lagos por su origen, de acuerdo al criterio de este autor las lagunas de Guerrero se clasificarían como del tipo de lago asociados a la línea de costa, subdividiéndolas en el tipo 66, que son: Lagos formados por barras a través de bahías, quedando perfectamente incluidas en este tipo a las cuatro lagunas de este estudio. Lankford (1977), clasifica a las lagunas por el origen de sus barras, denominándolas como del tipo de: Barra interna de la plataforma continental. Describiéndolas como depresiones que han inundado los márgenes internos y protegidos del océano por barras de arena producidas por viento y corrientes de oleaje. Incluye a las cuatro lagunas dentro del subtipo Barra lagunar Gilbert-Beaumont (III-A). Existe una total correspondencia entre las clasificaciones de Hutchinson y de Lankford, respecto a las lagunas de Guerrero.

Alcocer, Guzmán y Escobar (1984) realizan un estudio morfométrico comparativo del Sistema Lagunar Costero de Guerrero, mediante un análisis multifactorial de componentes principales, realizado en siete lagunas, de acuerdo al cual agrupan a las Lagunas de Mitla, Tres Palos y Chautengo dentro del grupo A, que son lagunas con valores altos de área y desarrollo de la línea de costa. Dentro del grupo B incluyen a la Laguna de Coyuca, que son lagunas con valores altos en el desarrollo de volumen.

### 7.2.2 Descripción morfométrica.

Se enlistan las principales características morfométricas y se hace una descripción sinóptica de las lagunas estudiadas. En los cuadros 7.3 a 7.6 se presentan las principales características morfométricas para cada una de las lagunas. En las figuras 7.4 a 7.11 se presentan las figuras con los mapas batimétricos y sus correspondientes curvas hipsográficas porcentuales, para el área en kilómetros cuadrados y para el volumen en kilómetros cúbicos, donde se observan los valores del área y del volumen correspondientes al 50 %.

## Laguna de Mitla:

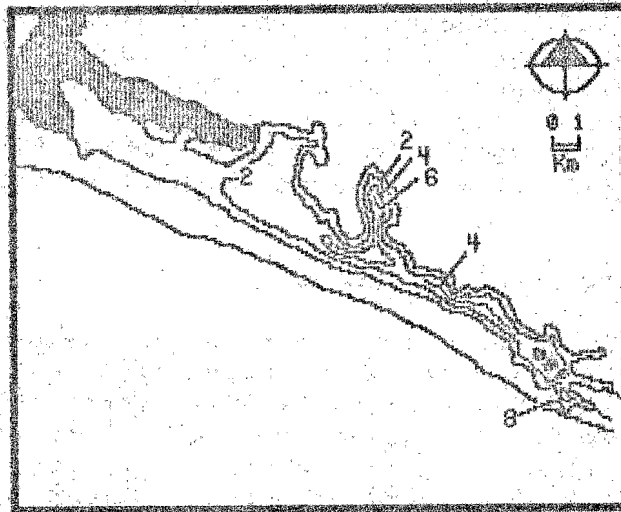


Fig. 7.4 Batimetría de la Laguna de Mitla.

## Cuadro 7.3 Características morfométricas.

Longitud máxima	(l)	20.78
Ancho máximo	(b)	3.40
Ancho medio	(b')	1.87
Perímetro	(l)	54.00
Desarrollo costa	(dl)	2.45
Área	(a)	38.80
Volumen	(v)	0.0623
Desarrollo volumen	(dv)	0.60
Profundidad máxima	(zm)	8.00
Profundidad media	(z')	1.60
Profundidad relativa	(zr)	0.11
Cociente $z'/zm$		0.20

La parte noroccidental de la laguna es somera, mostrando fuertes grados de sedimentación, representado por numerosas islas y llanuras de inundación. Su forma se clasifica como subrectangular elongada. Es una laguna de fondo plano y somero, su longitud es la mayor para las lagunas estudiadas. De acuerdo a su curva hipsográfica, el área superficial se reduce en un 50 % a los 1.5 metros de profundidad, a esta misma profundidad se encuentra el 50 % de su volumen, las isobatas son irregulares, en la parte norte son más pronunciadas que en la parte sur, la zona de mayor profundidad se encuentra localizada en el área de su antigua boca de comunicación con el mar. La orientación de la laguna es de Noroeste a Sureste, paralela a la línea de costa. En su parte Noroccidental se encuentran llanuras de inundación, que hacen de esa zona la más somera.

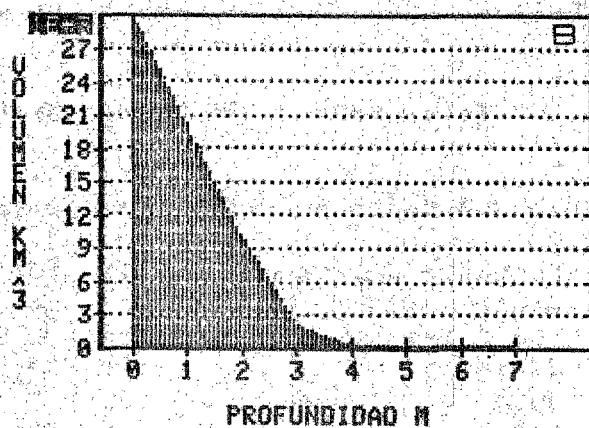
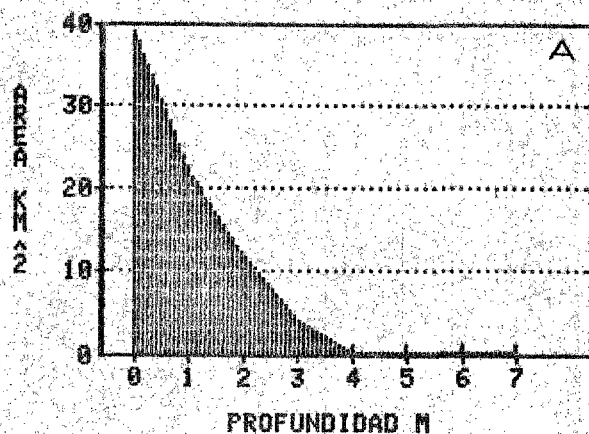


Fig. 7.5 Laguna de Mitla.

A Curva hipsográfica de área  
 B Curva hipsográfica de volumen

## Laguna de Coyuca:

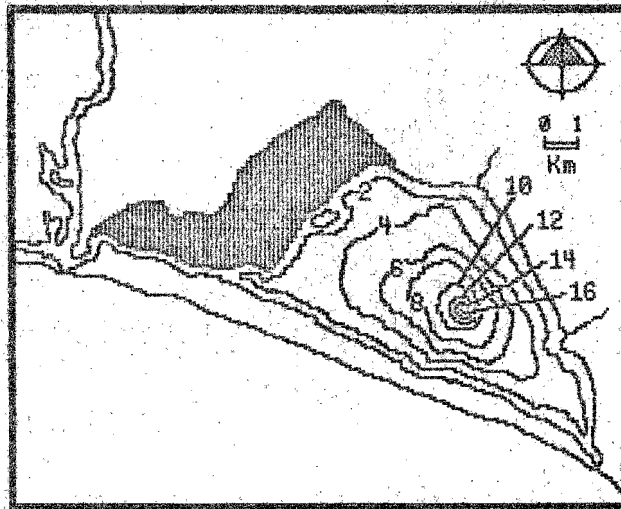


Fig. 7.6 Batimetría de la Laguna de Coyuca.

## Cuadro 7.4 Características morfométricas.

Longitud máxima	(l)	10.94
Ancho máximo	(b)	4.38
Ancho medio	(b')	2.87
Perímetro	(l)	30.50
Desarrollo costa	(dl)	1.54
Área	(a)	31.35
Volumen	(v)	0.1890
Desarrollo volumen	(dv)	1.00
Profundidad máxima	(zm)	18.00
Profundidad media	(z')	6.03
Profundidad relativa	(zr)	0.28
Cociente $z'/z_m$		0.33

Es la laguna más profunda, por lo que su profundidad máxima, media y relativa son las más altas de las cuatro lagunas. Su forma es subcircular y subtriangular, siendo su perímetro regular y poco accidentado. Su desarrollo de volumen asociado con el volumen nos da un cono con área igual a la de la laguna y altura igual a su profundidad máxima. El 50 % del área y del volumen se encuentran a los 4 metros de profundidad, las isobatas son regulares y uniformemente espaciadas. En la parte noroccidental comunica con el Río Coyuca, este río es el más caudaloso de los presentes en las cuatro lagunas estudiadas. hacia su parte Suroriental se encuentra su antigua boca, cerrada actualmente en forma artificial, a pesar de ello mantiene comunicación con el mar a través del Estuario del Río Coyuca, que comunica con la laguna por medio de un canal.

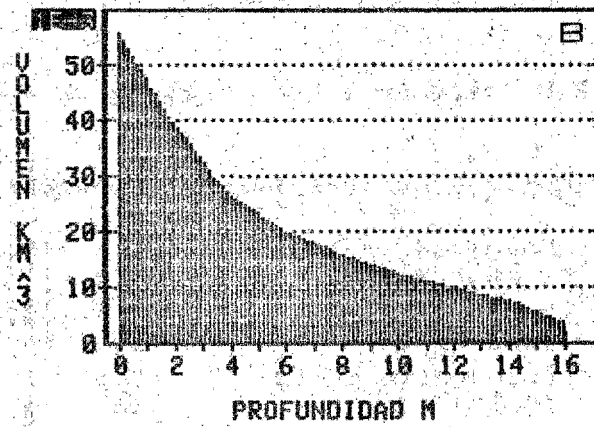
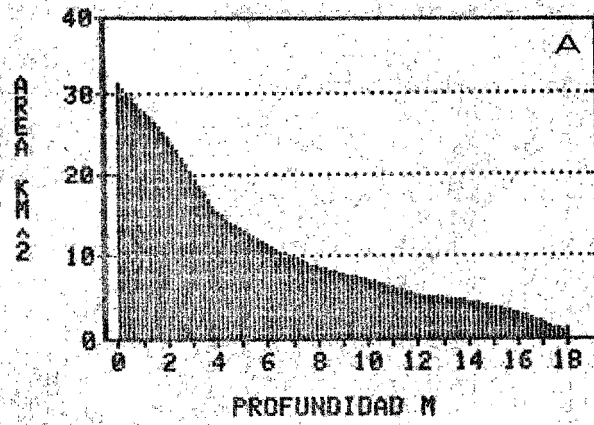


Fig. 7.7 Laguna de Coyuca.

A Curva hipsográfica de área  
 B Curva hipsográfica de volumen

## Laguna de Tres Palos:

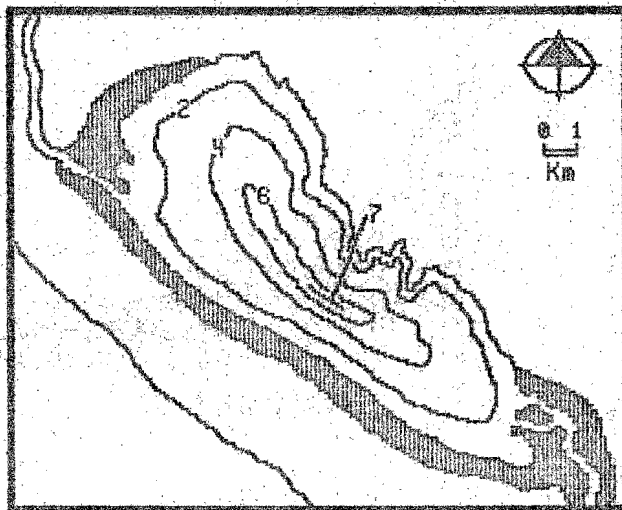


Fig. 7.8 Batimetría de la Laguna de Tres Palos.

## Cuadro 7.5 Características morfométricas.

Longitud máxima	(l)	15.85
Ancho máximo	(b)	5.85
Ancho medio	(b')	3.05
Perímetro	(l)	45.07
Desarrollo costa	(dl)	1.83
Area	(a)	48.36
Volumen	(v)	0.1661
Desarrollo volumen	(dv)	1.46
Profundidad máxima	(zm)	7.00
Profundidad media	(z')	3.40
Profundidad relativa	(zr)	0.16
Cociente $z'/zm$		0.49

Es una laguna de forma subcircular a elíptica, conformada en dos zonas separadas por una península, dándole una forma característica de "8". El área superficial y el ancho máximo son los valores más altos encontrados de las cuatro lagunas. Tridimensionalmente es un lago de forma cónica, somero y de fondo plano. El 80% del volumen se localiza a los 3.5 metros de profundidad, mientras que el área se reduce un 50% a la misma profundidad, los contornos batimétricos son regulares y uniformemente espaciados, la parte Norte de la laguna es de contorno irregular presentando grandes ensenadas y costas rocosas, en cambio en la parte Sur es regular, en la parte oriental se encuentra un canal que comunica periódicamente con el mar, en la parte occidental se encuentra la entrada del Río de la Sabana.

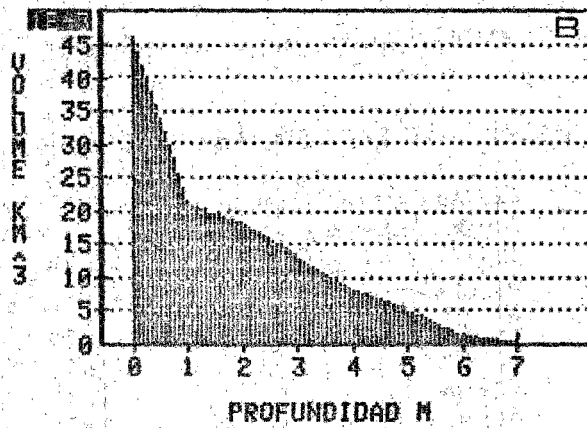
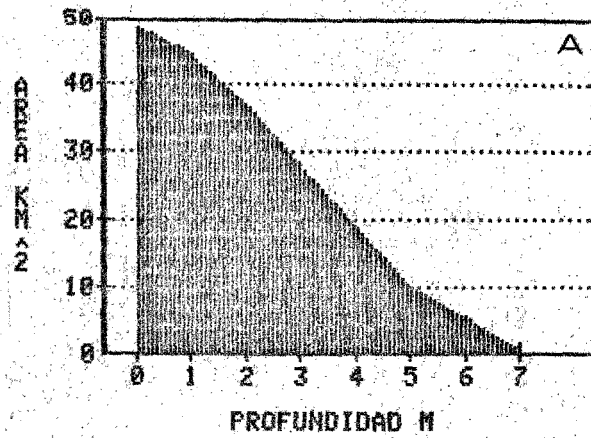


Fig. 7.9 Laguna de Tres Palos.

A Curva hipsográfica de área  
 B Curva hipsográfica de volumen

## Laguna de Chautengo:

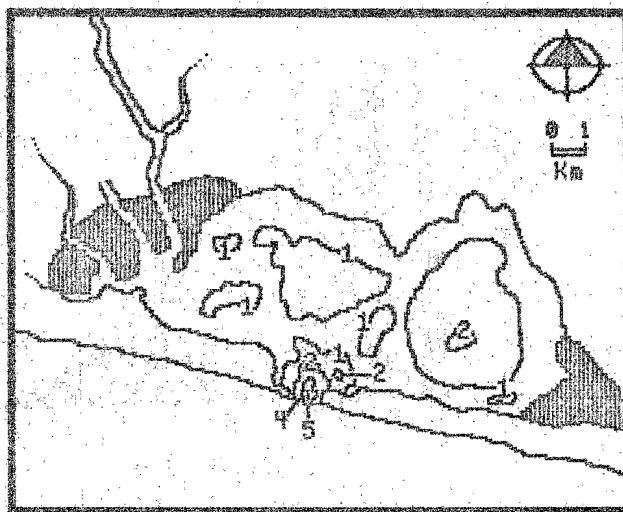


Fig. 7.10 Batimetría de la Laguna de Chautengo.

## Cuadro 7.6 Características morfométricas.

Longitud máxima	(l)	10.80
Ancho máximo	(b)	4.50
Ancho medio	(b')	3.30
Perímetro	(l)	32.00
Desarrollo costa	(dl)	1.51
Área	(a)	35.64
Volumen	(v)	0.0240
Desarrollo volumen	(dv)	0.45
Profundidad máxima	(zm)	5.70
Profundidad media	(z')	0.67
Profundidad relativa	(zr)	0.08
Cociente $z'/zm$		0.12

La mayor parte de esta laguna es somera, con una profundidad media de 2 metros, dividiéndose en dos cuencas separadas por una zona somera. Su ancho medio es el mayor de las lagunas estudiadas. La forma de la laguna es cónica y su superficie es subcircular. En los primeros 0.6 metros se aloja el 50 % del volumen total, a los 0.8 metros el área se reduce en un 50 % del área superficial. Su máxima profundidad se localiza en la entrada del canal con el que comunica al mar y es de 5-6 metros, esta profundidad es muy variable en cada temporada, las isobatas son irregulares, siendo más pronunciadas en la zona profunda. Esta laguna es la que mantiene mayor comunicación con el mar, ya que su boca dura abierta anualmente de 3 a 4 meses.



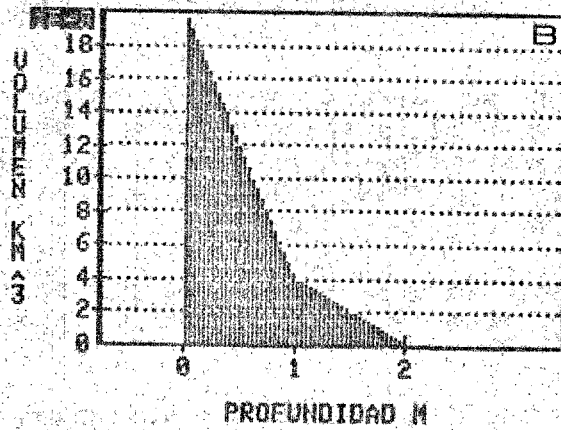
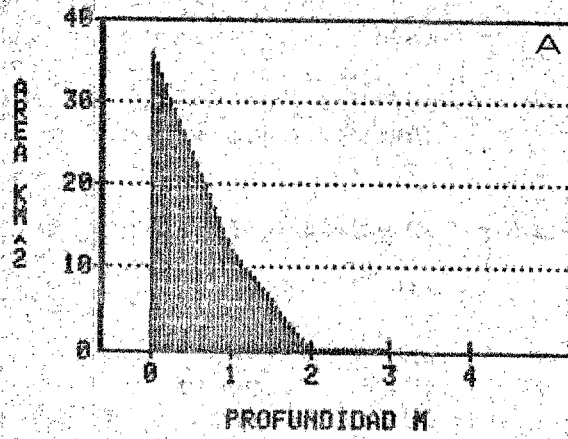


Fig. 7.11 Laguna de Chautengo.

A Curva hipsográfica de área  
 B Curva hipsográfica de volumen

### 7.2.3 Asociación entre lagunas.

El grado de asociación que presentan las cuatro lagunas entre sí, en cuanto a sus variables morfométricas, fué establecido se realizó mediante un análisis multivariado (factorial).

Como primer resultado del mismo, se obtuvo la semimatriz de correlaciones, que se presenta en el cuadro 7.7 a continuación:

Cuadro 7.7 Semimátriz de correlaciones.

	Mitla	Coyuca	T.Palos	Chautengo
Mitla	1.000 *	---	---	---
Coyuca	0.924	1.000 *	---	---
T.Palos	0.970	0.943	1.000 *	---
Chautengo	0.963	0.944	0.998	1.000 *

(\* Autocorrelación no utilizada.

En general se deduce de los valores anteriores que las correlaciones son altas entre sí para todas las lagunas y dentro de ellas la más alta, la presentan las lagunas de Tres Palos y Chautengo con un  $r = 0.998$ , y la más baja la presentan las lagunas de Coyuca y Mitla con un  $r = 0.924$ .

En el cuadro a continuación se presentan los eigen valores, la varianza porcentual y la varianza porcentual acumulada.

Cuadro 7.8 Eigen valores y varianza porcentual.

Eigen valor	%	% Acum.
3.871	96.79	96.79
0.083	2.08	98.87
0.043	1.09	100.00
0.001	0.04	100.00

Como se observa en la tabla anterior los tres primeros factores cubren el 100 % de la variabilidad del sistema, siendo los dos primeros factores los que tienen el mayor porcentaje (98.87 %)

La matriz factorial original fué trasformada mediante una rotación varimax, dando el cuadro siguiente:

## Cuadro 7.9 Matriz factorial.

	Factor I	Factor II	Factor III
Mitla	0.499	0.503	0.705
Coyuca	0.776	0.454	0.437
T.Palos	0.530	0.664	0.525
Chautengo	0.538	0.678	0.501

Al llevar las coordenadas de los factores al gráfico tridimensional, de la figura 7.12 se observa la mayor afinidad entre las lagunas de Tres Palos y Chautengo, identificándose cada uno de los factores en la forma siguiente:

Factor I: asociado a variables morfométricas tales como: volumen, desarrollo de volumen y profundidad, representando variables tridimensionales.

Factor II: altamente asociado al área, representando variables bidimensionales.

Factor III: relacionado con longitud máxima y ancho máximo y medio, asociado este factor a variables unidimensionales.

Buscando las correspondencias del estudio de Alcocer, Guzmán y Escobar (1984) El Factor I, corresponde al Grupo B, y el Factor II al grupo A. Encontrándose en este análisis una mayor asociación de la Laguna de Coyuca con las otras tres, a diferencia del otro trabajo, sin duda se debe a que en el trabajo mencionado se analizaron 6 lagunas y en el presente 4.

En la figura 7.12, se observan la distribución de las diversas lagunas en el espacio multifactorial correspondiente a los tres primeros factores (100 % de la varianza). Las cuatro lagunas se ubican en la parte positiva de los factores y la mayor o menor distancia respecto al origen de los factores representa su mayor relación con el factor correspondiente. Puede notarse que la laguna de Coyuca presenta una mayor relación con el factor I y la de Mitla es la que presenta una mayor distancia relativa al agrupamiento del resto de lagunas, respecto al Factor III. En general se presentan altamente asociadas las lagunas de Tres Palos y Chautengo, dentro de los tres factores.

Para el caso particular de la Laguna de Tres Palos y para ejemplificar el entorno físico donde esta se encuentra, se realizaron las figuras 7.13A y B, donde se observa un diagrama topográfico mediante curvas de nivel y un diagrama tridimensional, en donde se observa que la Laguna de Tres Palos ocupa un lugar entre el anfiteatro formado por las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, la Bahía de Acapulco y el Océano Pacífico.

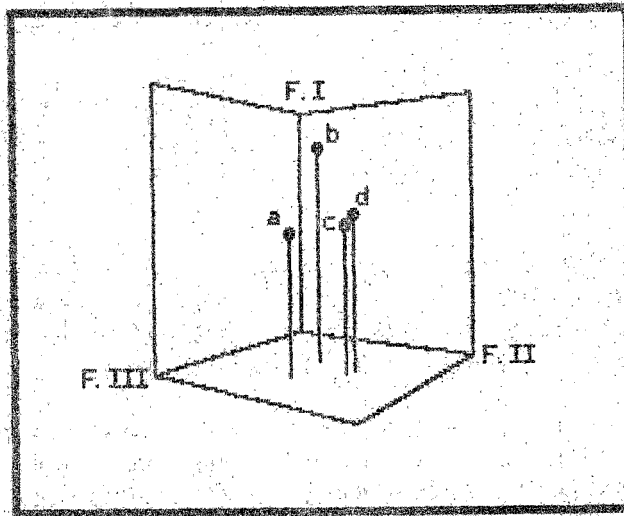
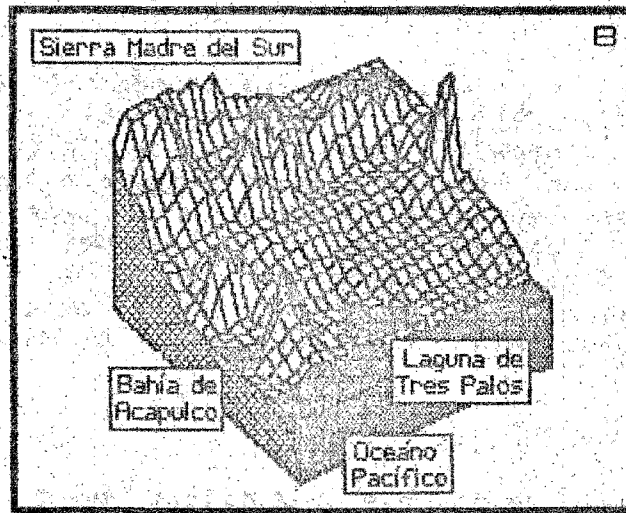
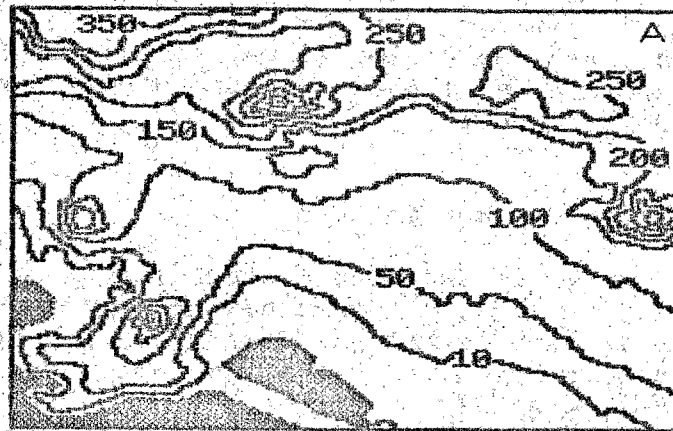


Fig. 7.12 Asociación factorial entre lagunas.

- A Laguna de Mitla
- B Laguna de Coyuca
- C Laguna de Tres Palos
- D Laguna de Chautengo



**Fig. 7.13 Fisiografía regional de Tres Palos.**

- A Diagrama topográfico
- B Diagrama tridimensional

### 7.3 Granulometria.

La distribución de los sedimentos superficiales obedece al comportamiento propio de cada una de las lagunas, a su forma y a los ciclos hidrológicos que en ella actúan, determinando la zonación para cada uno de los tipos, por lo tanto los organismos bentónicos íntimamente ligados al sustrato se distribuyen de acuerdo a estos patrones.

#### 7.3.1 Sistema Lagunar Costero.

Diversos estudios sedimentológicos fueron realizados durante los años de 1973 a 1976, a través del programa sobre el Uso de la Zona Costera de los Estados de Guerrero y Michoacán, dentro del subprograma de Geología, los trabajos incluyen a las Lagunas de Mitla (Gutiérrez et al 1976 y Sánchez 1977) y Chautengo (Villaroel 1976 y 1977). Si bien los cambios en la estructura granulométrica superficial de los fondos de estas lagunas han sido modificados por los diversos ciclos climáticos, se ha considerado en este trabajo que el patrón general se mantiene dentro de fluctuaciones estacionales.

La Laguna de Coyuca no fué estudiada con la misma amplitud, desde el punto de vista granulométrico (Guzmán et al 1977), por lo cual con la información parcial y tomando en cuenta el patrón sedimentológico que presentan las lagunas, con las que mantiene un mayor grado de asociación, se integró un mapa preliminar de los sedimentos superficiales. Dado que el peso del presente estudio se ha realizado para la Laguna de Tres Palos, en ella se hizo un estudio sedimentológico específico para este trabajo, en el laboratorio de Geología marina de la estación Mazatlán del ICMYL.

#### 7.3.2 Laguna de Tres Palos.

De las 64 estaciones realizadas para la obtención de sedimentos, la estructura numérica y porcentual de las muestras fué la siguiente:

Cuadro 7.10 Número y proporción de estaciones de acuerdo al tipo de sedimento en la Laguna de Tres Palos.

Número	%	Tipo	Denominación
01	1.56	Cr	Cantos rodados
02	3.12	G	Grava
01	4.68	G1	Grava arena limosa
14	25.00	A	Arena
05	7.80	A1	Arena limosa
03	4.68	A1a	Arena limo arcillosa
08	12.48	l	Limo
13	20.28	la	Limo arcilloso
12	18.75	al	Arcilla limosa
01	1.56	a	Arcilla

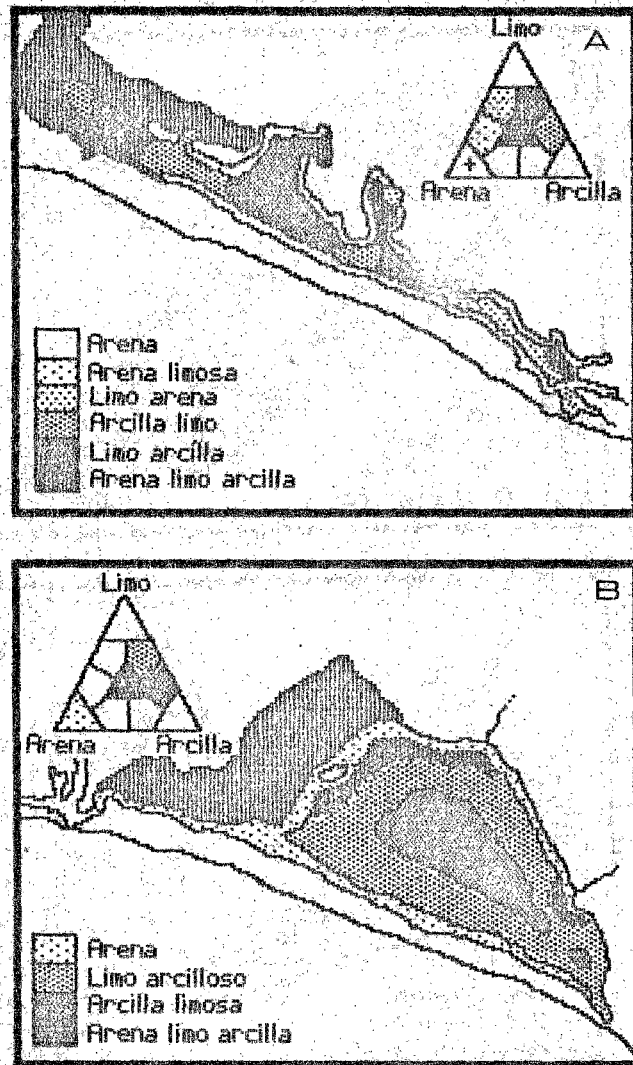


Fig. 7.14 Mapas granulométricos I.

A Laguna de Mitla  
 B Laguna de Coyuca

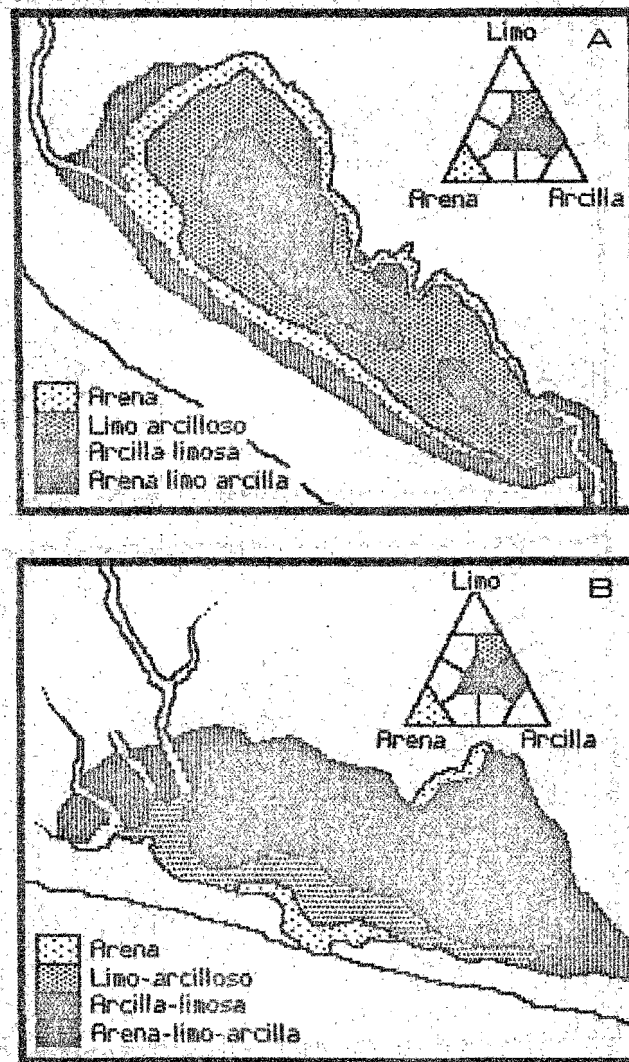


Fig. 7.15 Mapas granulométricos II.

A Laguna de Tres Palos  
B Laguna de Chautengo



**Cuadro 7.11a Contenido porcentual y denominación litológica en la Laguna de Tres Palos.**

Muestra	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Denominación.
TP-01	-	70.9	21.9	7.2	Arena limosa
TP-02	-	55.3	32.0	12.7	Arena limo arcillosa
TP-03	-	55.8	23.8	20.4	Arena limo arcillosa
TP-04	-	64.6	22.1	13.3	Arena limo arcillosa
TP-05	-	72.5	19.3	8.2	Arena limosa
TP-06	-	88.9	7.1	4.0	Arena
TP-07	-	34.5	28.8	36.7	Arcilla areno limosa
TP-08	-	1.6	44.6	53.8	Arcilla limosa
TP-09	-	2.2	27.7	70.1	Arcilla limosa
TP-10	-	7.4	32.2	60.4	Arcilla limosa
TP-11	-	88.7	5.1	6.2	Arena
TP-12	-	92.7	3.4	3.9	Arena
TP-13	-	10.4	62.7	26.9	Limo arcilloso
TP-14	-	1.1	33.0	65.9	Arcilla limosa
TP-15	-	9.6	29.1	61.3	Arcilla limosa
TP-16	-	7.5	25.9	66.6	Arcilla limosa
TP-17	-	7.2	31.4	61.4	Arcilla limosa
TP-18	-	9.1	25.6	65.3	Arcilla limosa
TP-19	-	0.7	74.9	24.4	Limo arcilloso
TP-20	-	91.6	3.0	5.4	Arena
TP-21	-	82.2	9.1	8.7	Arena
TP-22	-	3.3	57.4	39.3	Limo arcilloso
TP-23	-	0.3	90.0	9.7	Limo
TP-24	100	-	-	-	Grava
TP-25	-	10.2	80.0	9.8	Limo
TP-26	100	-	-	-	Grava
TP-27	-	0.4	87.0	12.6	Limo arcilloso
TP-28	-	2.0	29.3	68.7	Arcilla limosa
TP-29	-	3.5	90.2	6.3	Limo
TP-30	-	91.0	4.7	4.3	Arena
TP-31	-	98.3	7.3	3.4	Arena
TP-32	-	0.5	87.0	12.4	Limo arcilloso

Cuadro 7.11b Contenido porcentual y denominación litológica en la Laguna de Tres Palos.

Muestra	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Denominación.
TP-33	-	-	-	-	Cantos rodados
TP-34	-	0.6	54.7	44.7	Limo arcilloso
TP-35	-	10.0	30.1	60.9	Arcilla limosa
TP-36	-	8.2	61.7	30.1	Limo arcilloso
TP-37	-	-	-	-	Grava limosa
TP-38	-	-	-	-	Grava limosa
TP-39	-	1.3	64.3	34.4	Limo arcilloso
TP-40	-	-	-	-	Grava limosa
TP-41	-	5.7	51.0	43.3	Limo arcilloso
TP-42	-	89.7	8.3	2.0	Arena
TP-43	-	2.0	29.2	68.8	Arcilla limosa
TP-44	-	89.9	4.0	7.0	Arena
TP-45	-	92.3	4.4	3.3	Arena-
TP-46	-	2.3	37.4	60.3	Arcilla limosa
TP-47	-	10.6	62.4	27.0	Limo arcilloso
TP-48	-	33.4	44.9	21.7	Limo arena arcilloso
TP-49	-	1.2	66.4	32.4	Limo arcilloso
TP-50	-	0.6	81.2	18.2	Limo arcilloso
TP-51	-	2.7	88.0	9.3	Limo
TP-52	-	0.3	66.4	33.3	Limo arcilloso
TP-53	-	1.0	93.6	5.4	Limo
TP-54	-	13.2	56.8	30.0	Limo arcilloso
TP-55	-	79.5	9.4	11.1	Arena arcillosa
TP-56	-	0.1	66.6	33.3	Limo arcilloso
TP-57	-	1.0	20.8	78.2	Arcilla limosa
TP-58	-	38.3	27.8	33.9	Arena arcillo limosa
TP-59	-	85.5	8.4	6.0	Arena
TP-60	-	82.3	8.5	9.2	Arena
TP-61	-	88.1	7.9	4.0	Arena
TP-62	-	1.2	60.8	38.0	Limo arcilloso
TP-63	-	82.6	7.3	10.1	Arena arcillosa
TP-64	-	78.9	10.2	10.9	Arena

Utilizando los parámetros estadísticos se clasificaron los sedimentos, para reconocer su distribución textural y determinar las normas que la rigen, de acuerdo a Shepard y Moore (1955).

Los componentes porcentuales fueron pasados al triángulo de Sephard. En el cual se establecen los grupos texturales sedimentológicos, según la proporción de arena, limo y arcilla.

El 100 % de cada uno de ellos se localiza en el vertice respectivo, por lo que los sedimentos de componentes sencillos o únicos se encuentran en los vertices del triángulo.

De acuerdo al método de Inman y Chamberlain (1955), se distinguen los grupos texturales siguientes y su distribución local en la Laguna de Tres Palos:

**Grupo I:** arena de grano medio a muy fino, sedimento de muy bien a mal clasificado. Se distribuye en las áreas lagunares con influencia marina ó fluvial, se encuentran en la margen Noroeste y proximos a la barrera arenosa, formando un cinturón en torno al perímetro lagunar.

**Grupo II:** limo grueso a fino, moderadamente de bien a muy mal clasificado. Se distribuye en la porción media de la laguna, siendo mayor su distribución hacia el Este. En este grupo se incluye a los sedimentos areno arcillo limosos, determinados de acuerdo al triángulo de Shepard.

**Grupo III:** limo muy fino, de moderadamente a muy mal clasificado. Su distribución comprende las partes centrales y más profundas de la laguna, su mayor distribución se encuentra al Oeste, encontrándose alguna áreas menores al norte y este de la laguna.

Mediante la interpretación de fotos aéreas y con observaciones de campo, en la laguna de Tres Palos se pueden determinar los siguientes rasgos fisiográficos:

**Playas:** son depósitos costeros de arena o grava, es la zona de deposición de material no consolidado, que esta comprendido desde la línea de agua hasta la zona de vegetación permanente, donde se presentan cambios en el material sedimentológico o en la forma fisiográfica (Shepard, 1963). Las playas arenosas se presentan en la parte Noroeste, Norte y Noreste de la laguna.

**Afloramientos rocosos:** particularmente en la parte Norte, se encuentran afloramientos rocosos, conformando la parte más irregular de la costa de la laguna, forman costas rocosas, penínsulas, ensenadas e islotes, estos afloramientos están intercalados con playas arenosas.

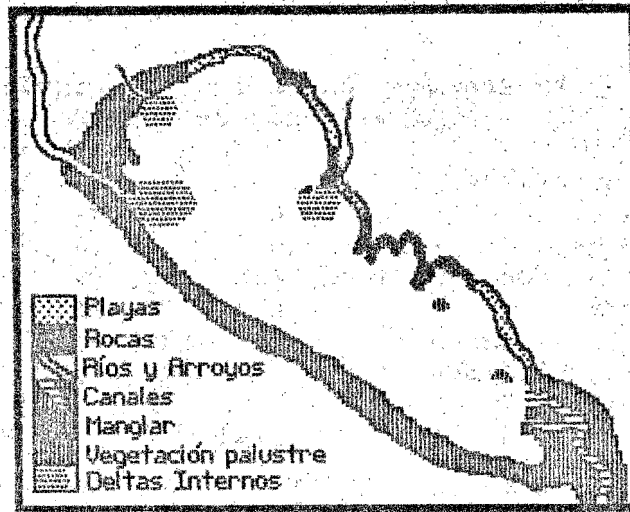
**Llanuras de sedimentación:** presente hacia la ribera lagunar y en la boca de los ríos, formada por la acumulación natural de sedimentos finos, en estas áreas las tasas de sedimentación son considerables, provocando la formación de bajos e isletas, que modifican la morfología lagunar.

**Ríos y arroyos:** el Río de la Sabana aporta el mayor volumen de agua fluvial, desemboca hacia el Oeste de la laguna, su régimen hidrológico es permanente. Existen arroyos de régimen intermitente, importantes en la época de lluvias por el aporte de sedimentos y agua dulce hacia la laguna, se encuentran en la parte Noroeste y Noreste de la misma. La desembocadura del Río de la Sabana forma un delta interno.

**Canales intermareales:** la laguna comunica con el mar, a través de un largo y relativamente profundo (2 m) canal intermareal, con ondulaciones meándricas, en torno a este canal, se encuentran numerosas lagunetas y áreas de inundación.

**Manglar:** se desarrolla en las partes marginales de la laguna, vegetación arbustiva hasta de 10 metros de altura, existiendo una estrecha relación entre el tipo de sedimento y este tipo de vegetación. Los manglares se desarrollan en sedimentos limo-arcillosos, con un alto contenido de materia orgánica. En la laguna el manglar está en la actualidad altamente deteriorado y en un franco proceso de degradación por uso humano y por la falta de influencia del agua marina en el sistema.

**Vegetación acuática:** la mayor influencia limnética ha propiciado el desarrollo de vegetación acuática, típica de ambientes limnéticos o palustres, como es el tular y el carrizal, que vienen substituyendo al manglar. Esta vegetación propicia una alta tasa de retención de sedimentos, por lo que esta sucesión vegetal conforma islas y modifica rápidamente la línea de costa. Esta altamente desarrollada hacia el Este y Sureste de la laguna, y a lo largo de la barra arenosa, que separa la laguna del océano.



**Fig. 7.16 Rasgos fisiográficos presentes en la Laguna de Tres Palos.**

Para cada uno de los tipos principales de sedimentos se calculó su área (Has.) y su composición porcentual, que se presentan en el cuadro a continuación:

**Cuadro 7.12 Composición de los principales grupos granulométricos de Tres Palos.**

Denominación	Tipo	Area	%
Grava	G	9.81	0.20
Varios	-	10.20	0.21
Arena limo arcillosa	Ala	20.48	0.44
Arena	A	971.66	19.92
Arcilla limosa	al	1420.80	29.13
Limo arcillosa	la	2439.32	50.10
Total		4,872.27 Has.	

En la figura 7.17, se observa la distribución porcentual acumulativa para los 5 principales tipos de sedimentos.

Analizando cada nivel de profundidad (isobata = 1 m.), se calculó el área para los principales grupos de sedimentos, considerando el porcentaje absoluto (% Abs.) como el porcentaje que cada tipo de sedimento tiene respecto al área total y para todos los niveles de profundidad. La suma de los porcentajes absolutos de cada nivel corresponden al % del área para el nivel correspondiente. El porcentaje relativo (% Rel.) es el valor porcentual considerando únicamente a los sedimentos del mismo nivel, la suma de ellos es igual a 100. Estos valores se observan en el Cuadro 7.12.

A partir de esos datos se construyó una curva hipsográfica granulométrica (Fig. 7.18), de la cual se observa la composición porcentual de los tres grupos dominantes de sedimentos: el limo arcilloso cubre el 50.3 % de la superficie de la laguna y se le encuentra hasta los 7 m. de profundidad. El segundo es la arcilla limosa con 29.3 %, este sedimento se encuentra hasta las partes más profundas de la laguna (8.5 m.). El tercero es arena, con un 20 %, se distribuye hasta los 4 m. de profundidad. El resto de los sedimentos (0.4%) no se incluyeron dado su menor proporción.

Se propone este método para determinar el funcionamiento hidrológico de una laguna costera, ya que las proporciones de los grupos de sedimentos son un indicador de la dinámica del sistema. en este caso observamos que prevalece un ambiente de sedimentación favorable a los limo arcillosos, que indica una laguna poco dinámica desde el punto de vista de su relación río-laguna-oceano. Esto indica también la probabilidad de encontrar determinados tipos de organismos bentónicos de acuerdo a sus preferencias sedimentológicas. Es posible interpretar esta curva con los valores esperados de oxígeno disuelto, que deben ser bajos en profundidades mayores de 4 m. dado el comportamiento reductor en los sedimentos finos.

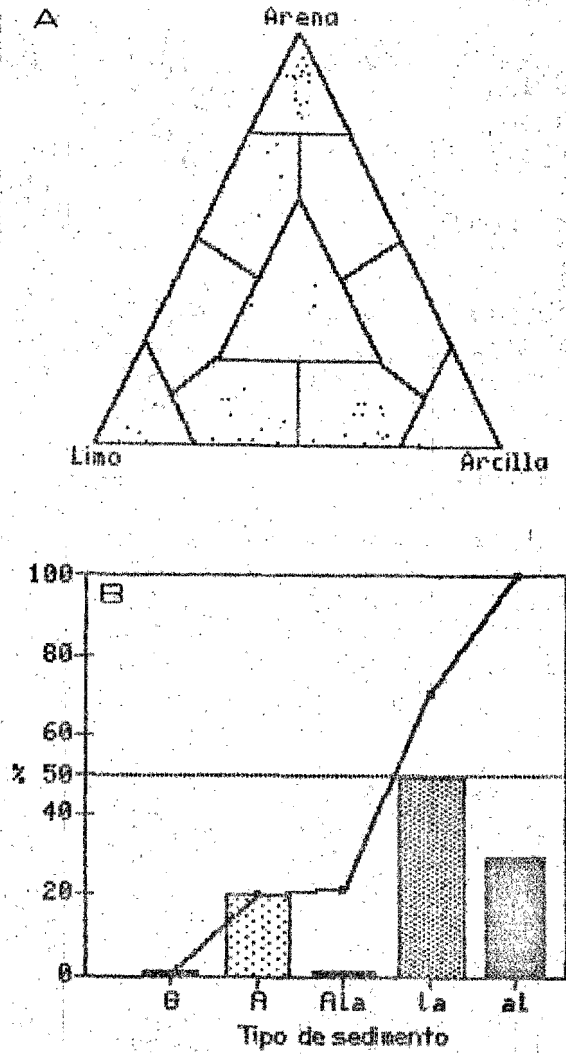


Fig. 7.17 Composición de los principales grupos de sedimentos de Tres Palos.

A Triángulo de Shepard.  
B Porcentual y acumulativa.

Tipos de sedimento:

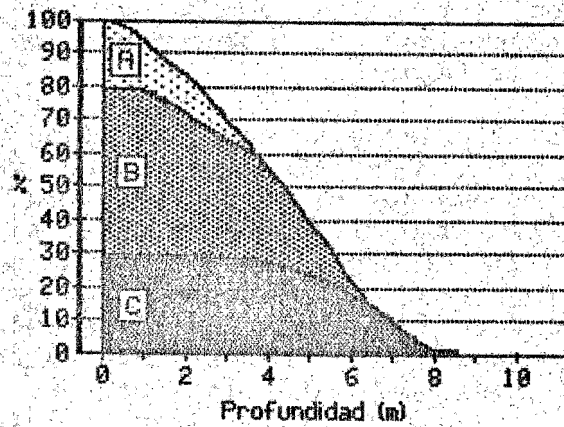
- G Grava
- A Arena
- ALAr Arena limoarcillosa
- LAr Limo arcilloso
- ArL Arcilla limosa

**Cuadro 7.13 Composición de los sedimentos por profundidad y tipo en Tres Palos.**

Tipo	Area (Ha)	%Abs	%Rel	Area	%
<b>Nivel 0-1 metros:</b>					
A	315.9787	6.48	73.67	428.9207	8.80
la	108.9834	2.24	25.41		
G	2.4957	0.05	0.58		
Ala	1.4628	0.03	0.34		
<b>Nivel 1-2 metros:</b>					
la	370.8361	7.61	49.04	759.2266	15.51
A	364.9847	7.49	48.26		
al	10.9714	0.22	1.45		
G	6.5828	0.13	0.87		
Ala	5.8514	0.06	0.38		
<b>Nivel 2-3 metros:</b>					
la	462.9966	9.50	60.98	759.2267	15.57
A	235.5211	4.83	31.02		
al	48.2745	0.99	6.36		
Ala	11.7029	0.24	1.54		
G	0.7314	0.01	0.10		
<b>Nivel 3-4 metros:</b>					
la	748.9865	15.37	82.55	907.2927	18.62
al	101.6690	2.09	11.21		
A	92.1786	1.13	6.08		
Ala	1.4628	0.03	0.16		
<b>Nivel 4-5 metros:</b>					
la	591.7267	12.17	55.47	1066.7946	21.92
al	475.0659	9.75	44.53		
<b>Nivel 5-6 metros:</b>					
al	588.8033	12.08	80.66	729.9697	14.98
la	141.1664	2.90	19.34		
<b>Nivel 6-7 metros:</b>					
al	188.7095	3.87	92.80	203.3381	4.17
la	14.6286	0.30	7.20		
<b>Nivel 7-8 metros:</b>					
al	7.3143	0.51	100.00	7.3143	0.15

Nota: la = limo arcilloso, Ala = arena limoarcillosa,  
A = arena, al = arcilla limosa, G = grava





**Fig. 7.18** Curva hipsográfica de los principales grupos granulométricos de la Laguna de Tres Palos.

A Arena	20.0 %
B Limo arcilloso	50.3 %
C Arcilla limosa	29.3 %
Varios	00.4 %

## 7.4 Hidrología.

La hidrología general del área se ha analizado desde el punto de vista climático, fluvial y lagunar, ya que la combinación de estos fenómenos determinan el comportamiento de las variables físico-químicas de las lagunas.

El período de lluvias está muy marcado en Verano-Otoño, una sequía extrema en Invierno-Primavera. La mayor parte de la precipitación ocurre durante el tiempo de flujo del aire marítimo del Sureste, beneficiando principalmente el flanco costero (Barlovento) de la Sierra Madre del Sur. El hecho de que los ríos se formen en las sierras, descendiendo rápidamente a las depresiones y llanura costera, hace que el régimen de dichos ríos, sea muy irregular anualmente, concentrando su caudal en la época de lluvias, para disminuir drásticamente y en algunas casos desaparecer durante el estiaje, determinando así los escurrimientos a través de las cuencas hidrográficas.

### 7.4.1 Regiones hidrográficas.

En función de las condiciones hidrológicas determinadas por los climas regionales, se ha dividido en dos tipos la zona costera del Estado de Guerrero:

A. Alta precipitación, con más de 1,400 mm/año. Se localizan de la parte central de la región costera, hacia el Sureste, hasta los límites con Oaxaca. Comprende todos los ríos existentes entre la desembocadura del río Papagayo y el río Balsas, incluyendo las lagunas de Mitla, Coyuca y Tres Palos. Su longitud es de 360 Km, su ancho máximo es de 60 Km. Su rango de pendiente fluctúa entre 0.028 y 0.050, la planicie costera es muy angosta, encontrándose la cota de los 100 m a unos 10 Km del litoral. Corresponde a la Región Hidrológica No. 19 (S.A.R.H.), conocida como Costa Grande. Esta región cuenta con 12,736 millones de metros cúbicos anuales de escurrimiento.

B. Baja precipitación, con menos de 1,400 mm/año. Localizándose del centro de la región costera hacia el Noroeste, hasta los límites con Michoacán. Es más extensa y compleja que la anterior, comprende solo 5 ríos, siendo el Nexpa, Marquelia y el Ometepec los más importantes. En esta región se encuentra la laguna de Chautengo. Tiene una longitud aproximada de 150 Km y un ancho máximo de 25 Km. El rango de la pendiente es menor que la anterior. Corresponde a la Región Hidrológica No. 20 (S.A.R.H.), se le conoce también como Costa Chica. Esta región cuenta con 8,000 millones de metros cúbicos anuales de escurrimiento.

Las dos regiones captan las aguas de la vertiente Sur de la Sierra Madre y de la llanura costera, que son los de mayor importancia ya que los escurrimientos superficiales en ambas regiones son mínimos.

#### 7.4.2 Ríos.

En el cuadro siguiente se enlistan de Norte a Sur los principales ríos de la costa de Guerrero, incluyendo los ríos limítrofes del estado (Balsas y Ometepec), registrando el área de la cuenca y el volumen de descarga.

**Cuadro 7.14 Cuenca y descarga de los ríos costeros del Estado de Guerrero.**

Región	Río	Área Km <sup>2</sup>	Descarga Km <sup>3</sup>
	Balsas	105,900	12,186.0
C. Grande	La Unión	1,190	245.6
	Ixtapa	824	471.8
	S. Jeronimito	1,285	792.3
	Coyuquilla	606	381.8
	San Luis	914	729.7
	Nuxco	260	75.6
	Tecpan	1,363	1,093.6
	Atoyac	914	2,199.8
	Varios	478	235.0
	Coyuca	1,303	975.6
	Sabana	432	122.4
	Papagayo	7,410	3,782.9
C. Chica	Cortéz y La Estancia	1,088	680.0
	Nexpa	1,233	530.5
	Varios	405	181.6
	Copala	525	269.0
	Marquelia	1,123	722.3
	Juchitlan	235	57.4
	Ometepec	6,922	6,557.3

Analizando el cuadro anterior se observa que dentro de los mayores ríos costeros, incluyendo al río Balsas (Mich.-Gro.), se encuentran el Papagayo y el Ometepec por su área, pero en cuanto a su descarga, también son de consideración los ríos Atoyac y Tecpan.

De los ríos que actualmente descargan directa o indirectamente en las lagunas costeras, se encuentran: el Río Nuxco (L. Nuxco), el Río Coyuca (L. Coyuca), el Río Sabana (L. Tres Palos) y el Río Nexpa (L. Chautengo).

### 7.4.3. Sistema Lagunar Costero.

La dinámica hidrológica de las lagunas costeras esta en una estrecha interacción con los componentes de su ambiente físico (Fig. 7.19). La radiación solar (A), como fuente de energía del sistema, el clima con la precipitación, temperatura y vientos fundamentalmente (B), el intercambio de agua del océano a la laguna (C) y de la laguna al océano (D), todo ello dentro del marco fisiográfico que contiene a la cuenca lagunar (E). Esta dinámica tiene pulsaciones diarias (mareas, vientos, temperatura etc.), mensuales (mareas y ciclos lunares), anuales (temperatura y lluvia), las cuales determinan a su vez los ciclos biológicos de las especies que en ella habitan.

En el cuadro a continuación se presentan las características de área y volumen para el sistema lagunar costero de Guerrero.

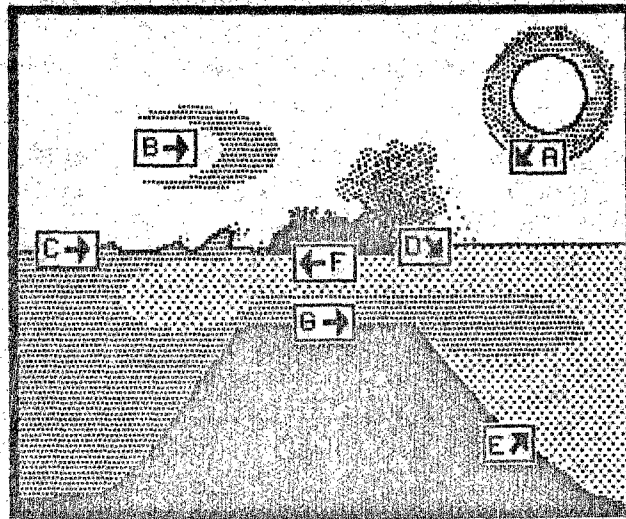
Cuadro 7.15 Área y volumen de las lagunas costeras del Estado de Guerrero.

Región	Laguna	Área Km <sup>2</sup>	Volumen Km <sup>3</sup>
C. Grande	Potosí	4.50	0.0019
	S. del Cuajo	1.30	S/D
	Nuxco	7.01	0.0160
	El Tular	1.00	S/D
	Mitla	38.80	0.0623
	Coyuca	31.35	0.1890
	T. Palos	48.36	0.1661
C. Chica	Tecomate	21.00	S/D
	Chautengo	35.64	0.0160
	Apozahualco	2.00	S/D

Las lagunas más importantes tanto en área como en volumen son la Laguna de Mitla, la Laguna de Coyuca, la Laguna de Tres Palos y la Laguna de Chautengo.

En los cuadros siguientes se muestra el comportamiento de los principales parámetros físico-químicos, particularmente la salinidad, la temperatura del agua y el oxígeno disuelto, de las lagunas antes mencionadas.

En el cuadro 7.16 se observan los valores máximos y mínimos y en la Fig. 7.20 se ven las gráficas correspondientes al comportamiento de los parámetros ambientales a lo largo de un ciclo anual.



**Fig. 7.19 Interacciones en una laguna costera.**

- A Radiación solar
- B Climatología
- C Océano-laguna
- D Laguna-oceano
- E Marco geológico

**Cuadro 7.16 Parámetros ambientales, máximos y mínimos de las lagunas costeras de Guerrero.**

		Mitla	Coyuca	T.Palos	Chautengo	
Salinidad:	Superficie	Max.	4.24	4.00	4.57	41.46
		Min.	0.91	0.51	1.21	0.08
Fondo	Max.	4.60	12.40	4.55	39.95	
	Min.	1.90	0.51	1.34	12.93	
Temperatura:	Superficie	Max.	34.90	33.00	33.57	33.90
		Min.	27.20	24.50	26.28	28.02
Fondo	Max.	38.70	30.90	31.57	32.30	
	Min.	27.10	24.20	25.87	29.30	
Oxígeno:	Superficie	Max.	12.48	11.40	11.76	12.56
		Min.	1.65	1.30	5.42	1.95
Fondo	Max.	9.72	11.20	9.57	5.38	
	Min.	0.0	0.0	2.98	1.87	

#### Ciclos hidrológicos de las lagunas:

El ciclo anual de la salinidad se encuentran asociado al ciclo climatológico: lluvia-estío. El comportamiento de las Lagunas de Mitla, Coyuca y Tres Palos en cuanto a su salinidad, corresponde al tipo oligohalino de la clasificación de Venecia, ya que no sobrepasa el valor de 5 o/oo de salinidad, los incrementos en la misma son debidos más a la evaporación que al aporte de agua marina, de estas tres lagunas Coyuca es la que presenta un ciclo más irregular, por la mayor participación del Río Coyuca. El caso de la Laguna de Chautengo es diferente, ya que su comunicación más constante con el mar, hace mayor su salinidad, la que fluctúa entre 10.3 y 35.8 o/oo, pasando de un tipo oligomixohalino a un tipo euhalino.

Respecto a la temperatura el comportamiento ciclico anual es similar para las lagunas con excepción de la Laguna de Coyuca, cuyo ciclo es irregular y es la que presenta temperaturas más bajas (mínima 25.9 °C), siendo Chautengo la que presenta las temperaturas más altas (máxima 32.1 °C), el comportamiento de este fenómeno se encuentra en relación directa a la profundidad, ya que Coyuca es la laguna más profunda (16 m) y Chautengo es la más somera (2 m).

El ciclo del oxígeno es semejante entre Mitla y Chautengo, en torno a los 4.0 ml/l. En Tres Palos el ciclo es regular, presentandose los valores más altos en la época de secas. Coyuca presenta valores elevados aún cuando irregulares.

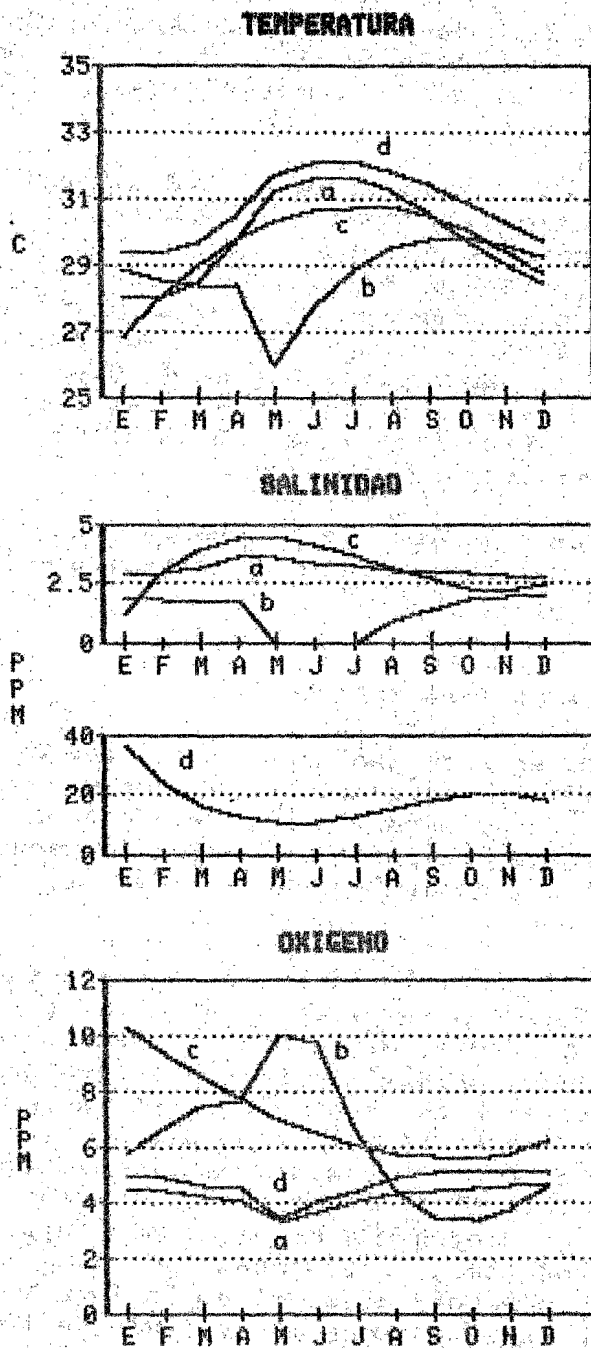


Fig. 7.20 Ciclo anual de: temperatura, salinidad y oxígeno.

A Milla      C Tres Palos  
 B Coyuca    D Chautengo

Se ha desarrollado una serie de análisis factoriales (cómulos) para determinar el grado de asociación que existe entre las diversas lagunas costeras (Fig. 7.21), en función de diversos grupos de variables: morfométricas, hidroclimáticas y físico-químicas.

A un coeficiente de similitud de 0.8 se manifiestan dos grupos de lagunas en relación a los tres grupos de variables analizadas. En general se observa una asociación constante en función de los tres grupos de variables, entre las Lagunas de Tres Palos, Coyuca y Mitla, formando un grupo y las de Chautengo, Apozahualco, Nuxco y Potosí, formando otro, con excepción de las variables morfométricas, en las que la Laguna de Coyuca se asocia con las del segundo grupo. A un índice de 0.6 todas las lagunas se asocian con excepción de Chautengo que se mantiene independiente en relación a las variables morfométricas.

En general esto indica que existe una estrecha relación de su morfometría con el comportamiento climático e hidrológico de las lagunas analizadas.

#### 7.4.4 Laguna de Tres Palos.

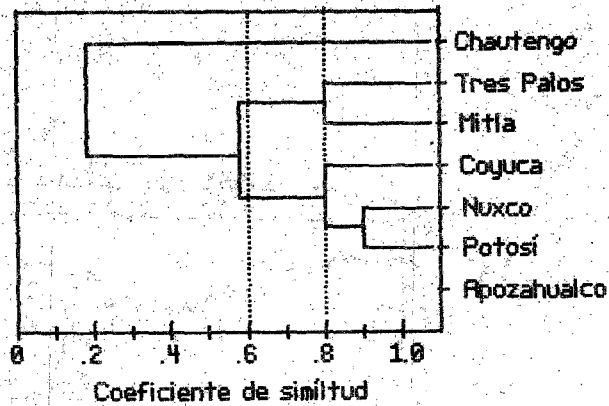
En particular se analizan las condiciones hidrológicas siguientes: nivel y profundidad y los parámetros ambientales: temperatura del agua superficial, temperatura del agua de fondo, salinidad de fondo, oxígeno disuelto de fondo y transparencia (disco de Secchi), de la Laguna de Tres Palos durante los ciclos 1980-1981.

Nivel de la laguna: se presentó un comportamiento diferencial en los ciclos 80-81 con respecto al nivel de la laguna, en 1979 la precipitación abundante, alcanzando la laguna la cota de los 2 m, en 1981 disminuyó gradualmente hasta junio-julio, las lluvias incrementan el nivel hacia septiembre, en donde se abre la boca de la laguna al mar y esta baja bruscamente su nivel hasta la cota de .25 m, el resto del año se mantiene ligeramente sobre este nivel (.30 m). En el ciclo 1981, el nivel decrece más rápidamente que en el ciclo anterior, llegando a un nivel muy bajo en la cota de -.50 m, lluvias abundantes, provocadas por una tormenta tropical, incrementan notablemente el nivel de la laguna alcanzando la cota de 1.40 m, lo que provoca la apertura de la boca, quedando el nivel sobre la cota de .50 m, similar a la del ciclo anterior. (Fig. 7.22).

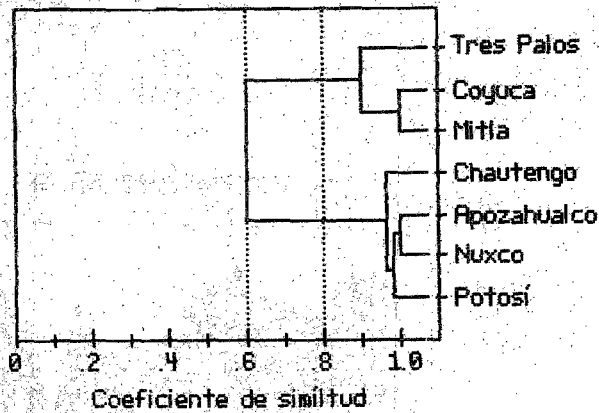
Profundidad: la profundidad promedio registrada para cada uno de los meses de ambos ciclos (1980-1981), esta en íntima relación con el nivel de la laguna analizado anteriormente, los valores reales quedan enmascarados al promediarse, pero en general se observa en la gráfica correspondiente de la figura 7.22B, que el ciclo 1980 es más regular variando la profundidad media de 4.95 m. en marzo a 2.66 m. en diciembre, en 1981 un marcado descenso a 2.59 m. en la época de estío (abril) la cual posteriormente es recuperada (5.42 m.) en las abundantes lluvias de julio-agosto.



Variables Morfométricas



Variables Hidroclimáticas



Variables Físico-Químicas

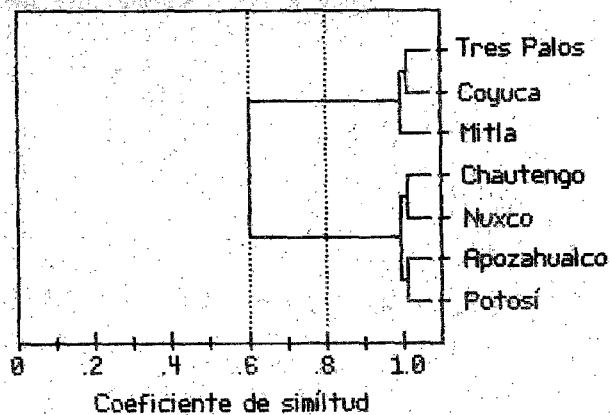


Fig. 7.21 Asociación factorial entre lagunas costeras del Estado de Guerrero.

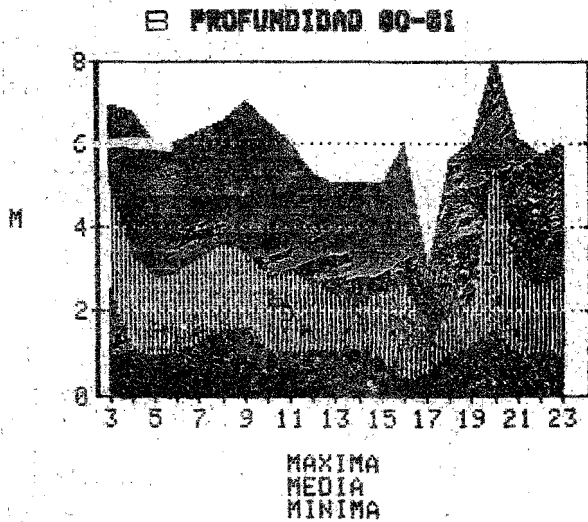
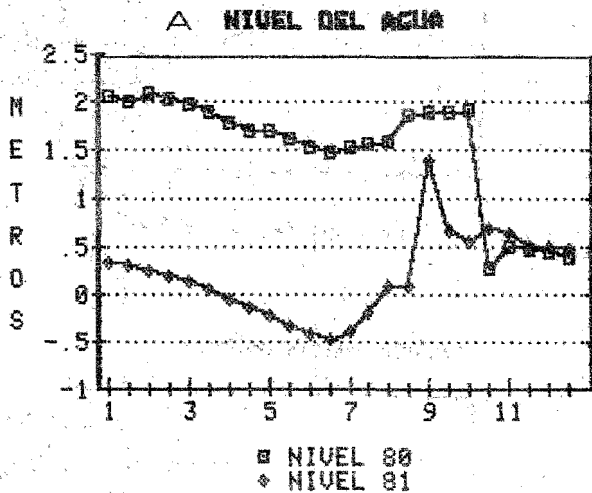


Fig. 7.22 Laguna de Tres Palos (80-81).

A Nivel  
B Profundidad

Temperatura ambiente: la temperatura ambiente varió entre un máximo de 36.50 °C en el mes de junio de 1980 y mayo de 1981, a un mínimo de 26.0 °C en abril y 26.5 en octubre de 1981. La media máxima se registró en junio de 1980 con 34.58 °C y la mínima en febrero de 1981 con 27.93 °C.

Temperatura de fondo: la máxima temperatura fué de 34.40 °C en junio de 1980, en la estación 5 y de 34.00 °C. en septiembre de 1981, en la estación 12. El valor mínimo de la temperatura de fondo se registró en el mes de diciembre de 1980, con 24.75 °C en la estación 15 y en enero de 1981, con 25.2 °C en la misma estación. La media máxima fué de 31.34 °C y la media mínima de 28.14 °C. observandose una variación anual de 3.2 °C. Corresponde al Verano las temperaturas más altas y para el invierno las temperaturas más bajas. La profundidad es muy importante ya que en la estación 15 es la zona más profunda de la laguna y fué donde se encontraron los valores más bajos (Fig. 7.23). La transferencia de calor de la atmósfera al agua es facilitada por la turbulencia de las masas de agua.

Salinidad de fondo: la máxima salinidad fué de 4.69 o/oo en el mes de junio de 1980, en la estación 6 y de 4.75 o/oo en el mes de junio de 1981 en la estación 16. La mínima salinidad registrada fué en el mes de noviembre de 1980 con 2.14 o/oo en la estación 13 y de 1.97 o/oo en el mes de enero en la estación 15. La media máxima anual fué de 3.65 o/oo y la media mínima anual con un valor de 3.08 o/oo. Con una variación anual de 0.57 o/oo. Como podemos observar en la gráfica esta laguna tiene condiciones muy estables a lo largo de todo el año. La salinidad es muy baja en toda la laguna. Las estaciones 6 y 16 corresponden a la zona de comunicación de la laguna con el mar (por medio de un canal sinuoso de 2.5 Km. de largo) y son estaciones muy someras. Las estaciones 13 y 15 están en la zona de descarga del Río de la Sabana y de arroyos intermitentes, son muy importantes estos ríos y arroyos en época de lluvias ya que son los que aportan volumen considerables de agua dulce a la laguna (Fig. 7.23), disminuyendo la salinidad juntamente con las lluvias.

Oxígeno disuelto de fondo: el oxígeno disuelto presenta amplias fluctuaciones en la laguna. El valor máximo registrado fué de 10.21 ml/l en el mes de abril de 1980 en la estación 11 y 10.61 ml/l en el mes de enero de 1981, en la estación 10. Los valores mínimos fueron en el mes de agosto de 1980 con 0.10 ml/l en la estación 15 y de 1.02 ml/l en la misma estación en el mes de mayo de 1985. El promedio máximo anual de 8.37 ml/l y el promedio mínimo anual de 2.01 ml/l, con una variación anual de 6.36 ml/l. La estación 15 se encuentra en una zona profunda de hasta 7 m. y por lo tanto se presentan condiciones de anoxia (Fig. 7.23). La mayor productividad biológica a través del fitoplancton se realiza en el estio, cuando se encuentran los mayores valores de oxígeno disuelto. Las lluvias por el contrario disminuyen la concentración tanto por la nubosidad como por el escurrimiento de materiales suspendidos en el agua.

Nota: °C = grados centígrados.

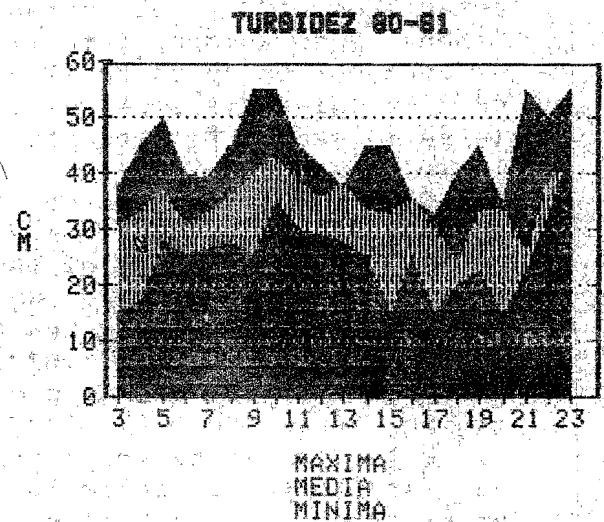
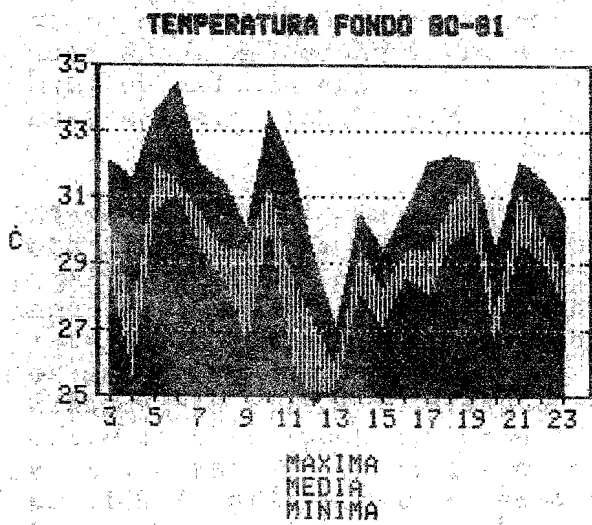
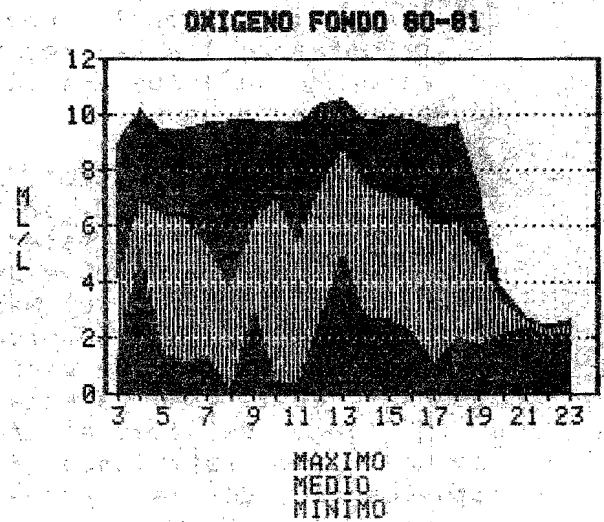
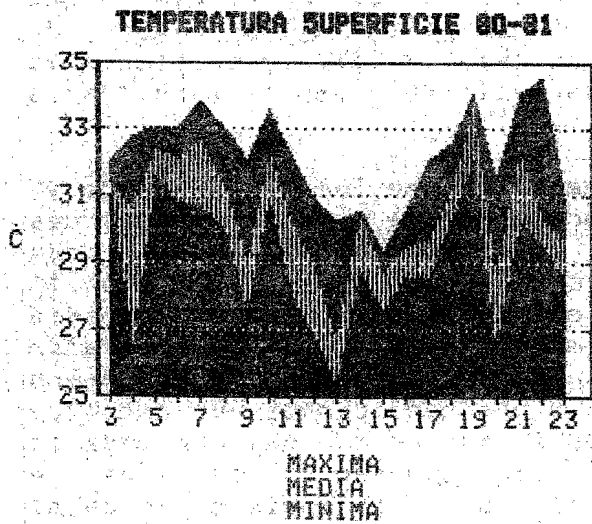
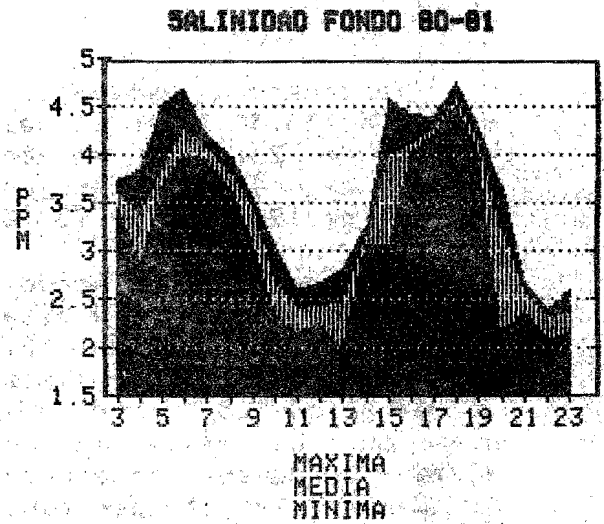
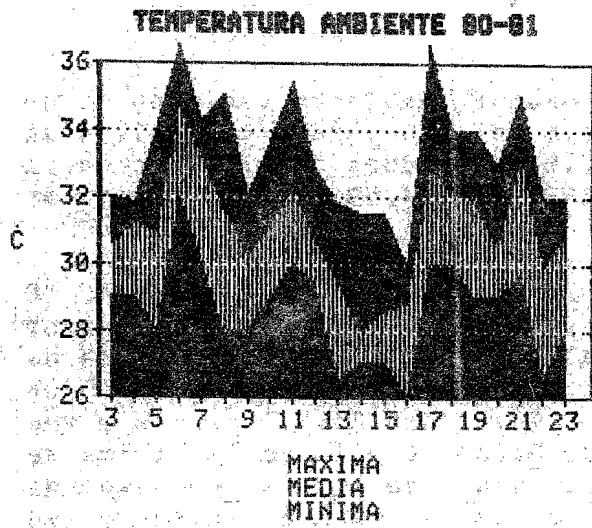


Fig. 7.23 Parámetros ambientales de la Laguna de Tres Palos.

Transparencia: los valores máximos obtenidos de transparencia fueron de 55.4 cm en el mes de septiembre y octubre de 1980 en las estaciones 2,8,12,14 y 15. En septiembre y noviembre de 1980 fué de 54.9 cm en casi todas las estaciones; 3,4,7,8,9,12,14,15 y 16. Los valores mínimos fueron en el mes de marzo de 1980 con 15.1 cm en la estación 1,1 y 16 y en 1980 en los meses de marzo con 15.1 cm en la estación 6; en mayo con 15.9 cm en la estación 1 y agosto con 15.1 cm en la estación 10. La media máxima registrada fué de 44.32 cm y la media mínima de 24.2 cm con una variación anual de 20.2 cm. La época de lluvias con su aportación a través de la cuenca de captación de la laguna, del Río de la Sabana y de los arroyos, incrementan la turbidez y la transparencia disminuyen (Fig. 7.23).

#### Relaciones entre los parámetros ambientales:

Utilizando los promedios mensuales se consideraron 8 variables, 2 de ellas climáticas: insolación (número de horas diarias), precipitación mensual (mm), nivel de la laguna, profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno y turbidez. Utilizando una transformación logarítmica se realizó una matriz de correlación y posteriormente un análisis factorial de cómulos, de acuerdo al método del promedio (Sokal y Sneath 1963).

Analizando la figura 7.24A del análisis de cómulos se observa que dentro del nivel de correlación de (-0.6), se forman tres grupos de correlación negativa, el más alto de ellos lo forman el nivel del agua y la salinidad, el segundo con una correlación más baja entre la precipitación y el oxígeno, el tercero de correlación similar entre la insolación y la turbidez, finalmente a un nivel de correlación de (0.038) se encuentra el último grupo formado por la temperatura y la profundidad. La asociación entre todos los grupos es en torno al nivel de correlación de (0.0).

Partiendo de la misma matriz de correlación se realizó el análisis factorial, que se presenta en la figura 7.24B, los factores fueron identificados en la forma siguiente: el primer factor corresponde en su parte positiva al nivel de la laguna y a la turbidez, en su parte negativa a la insolación, a la temperatura y a la salinidad. El segundo factor está representado por el oxígeno en su parte positiva y en su parte negativa por la precipitación y la profundidad. El tercer factor solo tiene como representante a la profundidad en su parte positiva, las asociaciones de variables concuerdan con el análisis de cómulos, reflejándose también las relaciones o interacciones negativas entre las variables.

Siendo la salinidad la única variable conservativa de las empleadas, se le considero como variable dependiente en el análisis de correlación múltiple realizado entre todas las variables. Los coeficientes Beta de la regresión se presentan en el cuadro 7.17:

**Cuadro 7.17** Coeficientes Beta de la correlación múltiple, de las variables ambientales.

B0 = -3.197	B4 = 0.148
B1 = 1.853	B5 = 1.066
B2 = -0.041	B6 = 0.101
B3 = -0.463	B7 = 0.055

La correlación es alta, positiva y significativa (0.952), a un nivel alfa de (0.001). El error estándar de la ecuación es de 0.0298.

Las condiciones hidrológicas en el cuerpo de la laguna están determinadas por los ciclos climáticos fundamentalmente y por el intercambio energético que sucede en sus fronteras (Fig 7.25), tanto con la atmósfera (G y B) via el clima, como con el océano, como con su frontera terrestre (D). La aportación de nutrientes al sistema directamente (E) o indirectamente via los escurrimientos superficiales (C') y subsuperficial (C''). Estos fenómenos determinan la capacidad biótica de la laguna, la que es dada fundamentalmente por la distribución del oxígeno en la columna de agua. En superficie este parámetro alcanza valores de sobresaturación durante el día, y por la noche en aguas de fondo, se presentan condiciones de anoxia.

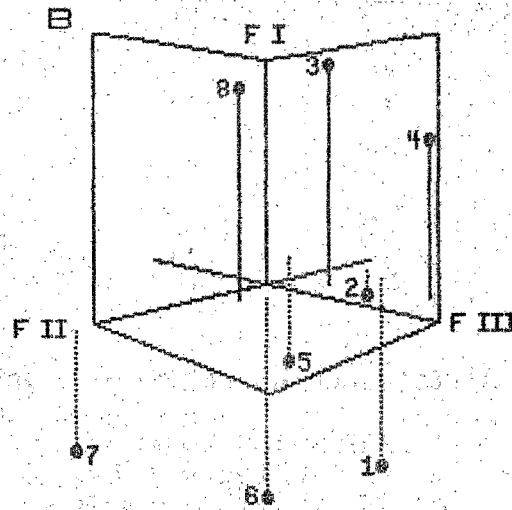
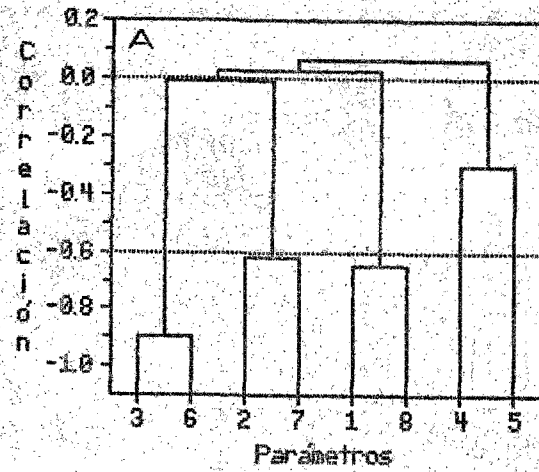


Fig. 7.24 Relación entre parámetros ambientales.

A Análisis de cumulos.

B Análisis factorial.

- 1 Insolación
- 2 Precipitación
- 3 Nivel del agua
- 4 Profundidad
- 5 Temperatura
- 6 Salinidad
- 7 Oxígeno
- 8 Turbidez

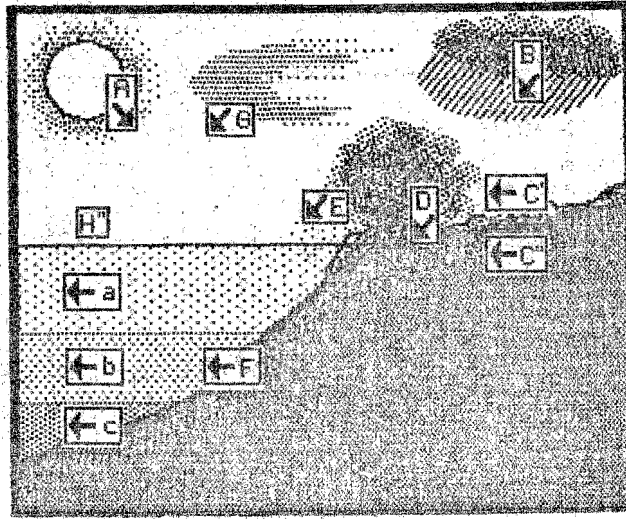


Fig. 7.25 Interacción ambiente - laguna.

- A Radiación solar
- B Precipitación pluvial
- C' Esguerrimiento superficial
- C'' Esguerrimiento subsuperficial
- D Sedimentos
- E Materia orgánica
- F Procesos biogeoquímicos
- G Vientos
- H Productividad primaria
- a Zona eufótica
- b Zona biótica
- c Zona abiótica



### 7.5 Regiones naturales.

En este tema se clasifica al área de estudio en el Estado de Guerrero, atendiendo a los diferentes criterios biogeográficos que se han desarrollado para definir las regiones naturales o bióticas de México, de acuerdo a aspectos geográficos, zoológicos o botánicos. Para algunos autores y sus diversos criterios, se ha conservado la nomenclatura original, que se presenta entre paréntesis.

Regan (1906-1908), menciona para la zona de estudio dos provincias Ictiológicas la del Balsas (I) que incluye a Michoacán y Parte de Guerrero y la de Guatemala (II), que considera el resto del estado. Tomando en consideración a vertebrados superiores, Smith (1941) incluye a la planicie costera de Guerrero y Michoacán dentro de la Región Neotropical (II), Subregión mexicana (A) y Provincia Balsas Inferior (23). Goldman y Moore (1946) la consideran como la Provincia Nayarit - Guerrero (ii), incluyendo la Depresión del Balsas. Coincidiendo con los autores anteriores. Stuart (1964) la clasifica con el mismo nombre y cubriendo prácticamente la misma área geográfica.

Eckman (in Rioja, 1967), con un criterio Biogeográfico marino, considera el área dentro de una de sus tres regiones llamandola como Indo Pacífica Tropical. En el mismo trabajo Rioja, menciona a Woodward quien con base a la distribución de los moluscos, establece para esta zona la Provincia Panámica.

West (1971), como región natural lo tipifica en la siguiente forma; Tierras bajas tropicales (C), Tierras bajas del Pacífico (12), Tierras bajas del Sur y Oeste de México (12 e). Cabrera y Willink (1974), utilizando un criterio basado en características sud americanas, clasifican esta zona Biogeográficamente como: Región Neotropical, Dominio Amazónico y Provincia Pacífica. Con un criterio florístico de acuerdo a Rzedowski (1978), la franja costera de Guerrero y Michoacán corresponden al Reino Neotropical, a la región Caribeña y a la Provincia de la Costa Pacífica.

#### 7.5.1 Flora.

Las comunidades florísticas determinan el paisaje de una región, dándole una fisonomía característica e identificable; esto es producto de la interacción entre el sustrato físico, geológico y edáficos por una parte y climático por otra, así como la evolución de las propias comunidades, que son un elemento importante en las cuencas de lagunas y ríos.

Tomando el criterio de Rzedowski (1978), dentro de la división florística de México la vegetación de la franja costera de Guerrero, corresponde al reino Neotropical, a la Región Caribeña y a la Provincia de la Costa Pacífica. Sin embargo tal división no es estricta debido a que la zona montañosa de la Sierra Madre del Sur, presenta una influencia mixta con el Reino Holarctico, particularmente en la región "Mesoamericana de Montaña".

Para la descripción de las comunidades vegetales naturales se utilizaron los trabajos de, Miranda y Hernández (1963), Quintero (1964), Pennington y Sarukhan (1968), Rzedowski (1978) y Guzmán et al (1978).

#### 7.4.1. Comunidades Vegetales.

**Selva baja caducifolia:** se le encuentra a todo lo largo de la planicie costera formando manchones sobre las laderas de los cerros que rodean a las lagunas y rios, desde el nivel del mar hasta los 750 metros de altitud. Tiene un desarrollo preferente en terrenos pedregosos, con suelos someros, arenosos o arcillosos con un drenaje superficial fuerte. Compuesto por especies arbóreas de 4 a 10 metros de altura. Del 75 al 100 % de las especies pierden sus hojas en la época de sequía, la cual tiene una duración de 6 meses. El estrato herbáceo es muy reducido, se hace aparente en la época de lluvias. Dominan en esta asociación las leguminosas: *Lysiloma acapulcensis*, *Hymenaea courbaril* y *Cercidium praecox*, otras especies representativas son; *Plumeria rubra*, *Licania arborea*, acompañadas también por *Pseudobombax ellipticum*, *Amphipterygium adstringens* e *Ipomoea wolcottiana*. Presentandose además formas suculentas de los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Cephalocereus* y *Lemaireocereus*.

**Sabana:** comunidad de gramíneas amacolladas ásperas con escasos árboles dispersos, en suelos mal drenados de topografía suave, en esta área la mayor parte de las sabanas son secundarias, por alteración humana, como consecuencia de la destrucción de la selva. Se presentan desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud, en lomeríos ya que los suelos planos se utilizan en el cultivo del coco (*Cocos nucifera*). Miranda y Hernández (1963) mencionan como dominantes a los siguientes generos; *Andropogon*, *Paspalum*, *Trichachne*, *Imperata*, y como abundantes *Fourniera* ó formas gramínoideas de Cyperaceae como *Rhynchospora*, *Dichromena*, y *Fimbristylis*.

El hombre ha introducido artificialmente numerosas especies de gramíneas en la formación de pastizales para el ganado.

**Vegetación riparia:** forma una cobertura a lo largo de los rios y arroyos, se le conoce también como selva en galería. Los árboles dominantes llegan a alcanzar alturas hasta de 20 metros. Los suelos son variados en su origen, color y textura. En general son profundos y ricos en materia orgánica. Este tipo de vegetación se encuentra en todos los rios permanentes y temporales de la zona. Su distribución esta delimitada por la salinidad, y en donde esta se encuentra presente, puede ser substituido por el manglar. Entre las especies características de acuerdo a Pennington y Sarukhan (1968) pueden citarse a: *Pachira aquatica*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros digyna*, *Salix chilensis*, *Maclura tinctoria*. Guzmán et al (1978) reporta para la región de Coyuca los géneros *Caesalpinia*, *Casearia* y *Pithecellobium*.

**Vegetación acuática:** se desarrolla en los remansos y áreas de inundación de ríos y lagunas, en lagunas costeras, invade aquellas zonas con influencia limnética. Los suelos son de textura fina (arcilla o limo), ricos en materia orgánica, de color negro y con un pH ácido. Esta vegetación en sí no es un tipo o comunidad vegetal natural, clasificándose de esta manera la vegetación que vive dentro o asociada a las masas de agua. La fisonomía varía mucho de acuerdo a la asociación dominante, desde las formas graminoides (tular y carrizal), hasta superficies verdes (lirio y lentejilla) o praderas subacuáticas (algas o fanerógamas). De acuerdo a Quintero (1964), pueden subdividirse en varios tipos, que este autor denomina praderas:

**Vegetación acuática latifolia,** formada por vegetación enraizada de hojas grandes como *Thypha domingensis* y *Panicum maximum*. Guzmán et al (1978) cita para Coyuca a *Cyperus articulata*.

**Vegetación acuática microfila,** que es flotante y con hojas pequeñas, compuesta básicamente por *Salvinia* spp. **Vegetación acuática rosetifolia,** formada por especies flotantes con hojas en roseta como *Eichornia crassipes*, formando masas en lagunas y ríos.

**Vegetación acuática planifolia,** compuesta por *Ninphoides indica*, habitando aguas muy tranquilas y someras, llegando a cubrir amplias extensiones.

**Vegetación acuática sumergida** Ruiz in Stuardo et al (1974) menciona para las lagunas de Guerrero a *Caulerpa sertularioides*, *Halodius* spp en Potosí. A la asociación formada por *Phormidium* spp, *Microcoleus* spp, *Lyngbya* spp y *Spirulina subalsa* en Salinas del Cuajo. *Ruppia maritima* para Salinas del Cuajo y Nuxco. *Chaetomorpha* spp en Nuxco. A *Chara* spp y *Cladophora* spp para Mitla. *Diplanthera* spp *Enteromorpha* spp en Chautengo. *Amphiroa mexicana*, *Chaetomorpha antennina*, *Codium* spp, *Padina* spp, *Ulva* spp y *Polysiphonia* spp en Salinas de Apozahualco.

**Vegetación Halófila:** se desarrolla en áreas sujetas a inundación periódicas por aguas salobres, en suelos someros de drenaje deficiente, generalmente con substrato arenoso, presentan un color blanquecino causado por la sal. Son formas raquíticas subarborescentes con hojas pequeñas y carnosas. Se separan de los cuerpos lagunares por el manglar cuyo límite con esta asociación lo define *Conocarpus erectus*. Los grupos vegetales que conforman este tipo son Gramíneas, Crasuláceas y Cactáceas.

**Manglar:** se le encuentra en las cercanías del litoral, asociado a las aguas salobres en lagunas costeras o estuarios de los ríos, en suelos profundos ácidos y anóxicos, con textura limo arcillosa, su origen es en parte sedimentario y en parte orgánico, cubiertos por agua o inundables. Esta comunidad está compuesta por una vegetación arbórea floríticamente homogénea, formada por dos o tres especies que llegan a alcanzar una altura de 15 metros.

Su sistema radicular presenta raíces aéreas con las que se fija a un substrato lodoso y neumatóforos con los que toma el oxígeno atmosférico. En los límites entre la tierra y el agua se encuentran como dominantes el mangle rojo *Rhizophora mangle*, considerada como especie pionera. Más hacia terrenos elevados se encuentran el mangle botoncillo *Laguncularia racemosa*, y el mangle blanco *Conocarpus erectus*. La presencia y abundancia de cada especie dependerá de la gradación en el nivel del suelo y de la salinidad a que están expuestas. Otras especies asociadas al manglar, que se encuentran más hacia tierra son: *Pachira acuatica*, *Curatella americana*, *Diospyros digyna*, *Bravaisia integerrima* y la palma *Orbignya guacuyule*.

**Vegetación de dunas:** esta comunidad invasora se afirma a un substrato móvil (arena), creando un suelo adecuado para que otras especies continúen una sucesión vegetal. La complejidad de la comunidad dependerá de la antigüedad de la formación de la barra arenosa. Se presenta posterior a la línea de máxima pleamar. Los suelos son planos y arenosos, la presencia de materia orgánica dependerá del grado de madurez de la duna, el drenaje es muy rápido. Se presentan matorral bajo espinoso, identificándose dos géneros: *Amaranthus* y *Opuntia*.

**Vegetación marina:** de acuerdo a Chávez (1972) in Rzedowski (1978) la vegetación marina asociada a facies rocosas y tomando como ejemplo al área de Zihuatanejo se presentan *Chaetomorpha media*, *Ch. aerea*, *Enteromorpha flexuosa*, *E. compressa*, *Cladophora prolifera*, *C. expansa*, *Ulva lactuca*, *Sargassum liebmannii*, *Padina crispata*, *P. durvillaei*, *Chnoospora pacifica*, *Amphiroa mexicana*, *Jania pumila*, *J. rubens*, *Gracilaria crispata*, *Hypnea pannosa*, *Centroceras clavulatum*, *Polysiphonia hendryi*, *P. mollis*. Huerta (1978) in Rzedowski (1978) menciona para la misma área a las especies *Struvea anastomosans*, *Gymnogongrus crustiformis*, *Laurencia voragina*, *Derronema trappleri*, y a *Microdictyon spp* y *Bangia spp*.

**Vegetación asociada a lagunas.**

Como un ejemplo del entorno vegetal de una laguna, en el mapa de la figura 7.26A modificado de Guzmán et al (1978) se muestran las principales asociaciones vegetales en torno a la laguna de Coyuca, tomándola como un modelo típico, aplicable en lo general al resto de lagunas del área de estudio. En este mapa es posible observar la distribución de las diversas comunidades antes mencionadas así como la transformación por el uso humano a que se han destinado, convirtiéndolas en pastizales, huertas y campos de cultivo. En la figura 7.26B, se observa el trazo de un perfil realizado para la Laguna de Coyuca, desde las estribaciones de los lomeríos circundantes hasta el mar y tres transectos A, B y C, sobre los márgenes de la laguna, los transectos se realizaron en 3 lugares característicos; A en la margen Norte de la laguna, B sobre el Río Coyuca y C sobre la barra arenosa que separa la laguna del Mar. La escala horizontal está señalada y la escala horizontal es arbitraria.

En el perfil de la figura 7.27 se observa la distribución vertical de las diversas asociaciones vegetales, en la Laguna de Coyuca; la selva baja caducifolia, vegetación acuática, halófito y de dunas, el manglar así como cultivos de coco y pastizales, que han substituido a parte de las asociaciones. Finalmente en la figura 7.28 se presentan transectos típicos realizados sobre los márgenes de la laguna, donde se observa la distribución de algunas especies características, tanto de las asociaciones naturales como de las especies que se cultivan.

### 7.5.2 Fauna.

La fauna representa en un ecosistema natural un activo transporte de energía. En el sistema sol - planta - suelo - agua, son activos transportadores de energía en ambos sentidos. Como ejemplo tomemos a las aves y a los mamíferos los que capturan volúmenes importantes de especies acuáticas (peces y crustáceos), que consumen en tierra, y cuyos excrementos y cadáveres enriquecen a las asociaciones vegetales aledañas a las lagunas y ríos, completándose el ciclo con la aportación y arrastres de sedimentos terrígenos ricos en materia orgánica vegetal.

**Mamíferos:** los mamíferos forman un grupo natural perfectamente limitado, son vertebrados bien adaptados a la vida terrestre y algunos de ellos a la acuática y al mismo tiempo los hace ser los más independientes del medio externo, debido en parte a su homeotermia. Los trabajos en los cuales se basa este tema son: Martin et al (1951), Burt y Heider (1964), Leopold (1965), Wright (1970), Alvarez del Villar (1973), Alvarez del Toro (1977) y Guzmán et al (1978). Las principales familias presentes en el área excluyendo a roedores y murciélagos son: Didelphidae (tlacuaches), Myrmecophagidae (osos hormigueros), Dasipodidae (armadillos), Leporidae (conejos), Sciuridae (ardillas), Erethizontidae (puercos espin), Canidae (coyotes), Procyonidae (mapaches), Mustelidae (comadrejas, zorrillos y nutrias), Felidae (felinos), Tayassuidae (pecaríes) y Cervidae (venados). La caza immoderada y la alteración a la vegetación original ha producido la desaparición de las grandes especies, y el incremento de algunas indeseables.

**Aves:** durante su larga evolución, las aves se han adaptado a la vida en muy diversos medios, de tal forma que en la actualidad presentan un extensa variabilidad tanto en su forma como en sus hábitos. El tema se desarrolla con base a los trabajos de Arellano (1956), Jacques y Oliver (1960), Bent (1963), Blake (1969), Alden (1969), Hernández (1970), Peterson (1973a, 1973b y 1974), Merne (1974), Felix (1975a y 1975b) y Guzmán et al (1978). Las familias presentes en el área son: Hydrobatidae (procelarios), Phaethontidae (aves tropicales), Pelecanidae (pelicanos), Sulidae (pájaros bobos), Phalacrocoracidae (cormoranes), Fregatidae (fragatas), Ardeidae (garzas), Anatidae (patos), Accipitridae (gavilanes), Falconidae (halcones), Phasianidae (codornices), Scolopacidae (zarapitos), Phalaropodidae (falaropos), Stercorariidae (págalos), Laridae (gaviotas), Jacanidae (gallitos), Pandionidae (aguijas pescadoras),

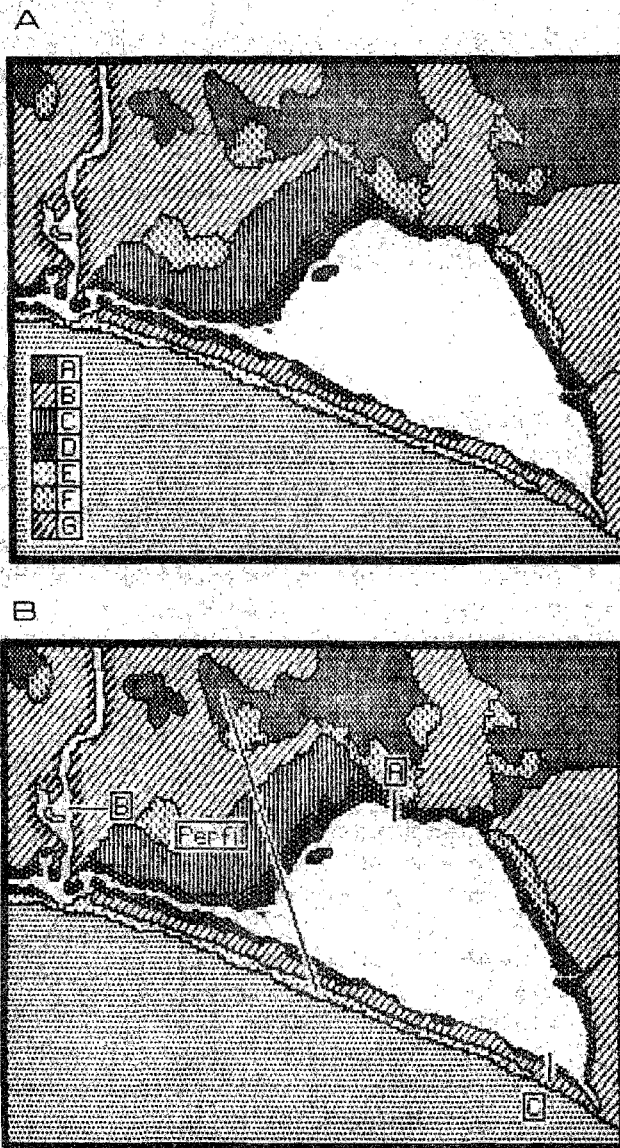
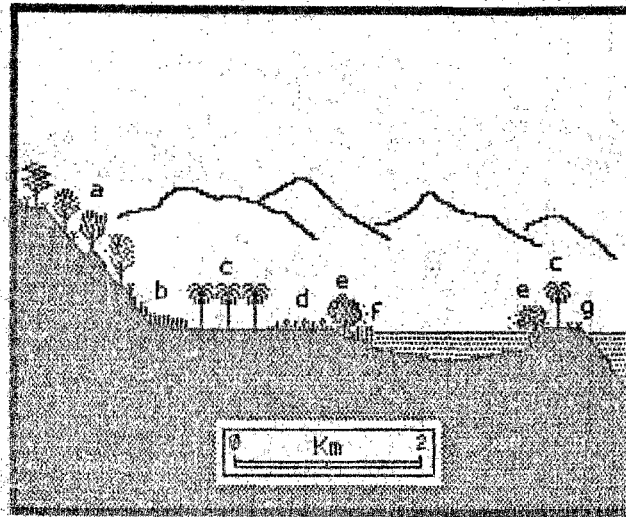


Fig. 7.26 Vegetación de la Laguna de Coyuca.

7.26A Asociaciones vegetales:

- A Selva baja caducifolia
- B Cultivos
- C Vegetación halófila
- D Manglar
- E Vegetación de dunas
- F Pastizales
- G Vegetación riparia

7.26B Perfil y transectos.



**Fig. 7.27 Perfil de la vegetación en la Laguna de Coyuca.**

- a Selva baja caducifolia
- b Pastizales
- c Cultivos (coco)
- d Vegetación halófila
- e Manglar
- f Vegetación acuática
- g Vegetación de dunas

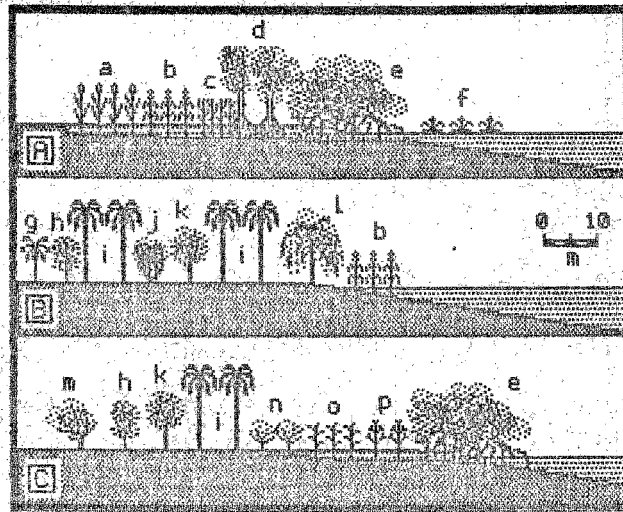


Fig. 7.28 Transectos de vegetación en la Laguna de Coyuca.

Especies:

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| a <i>Typha dominguensis</i>    | i <i>Cocus nucifera</i>        |
| b <i>Convolvulaceae</i>        | j <i>Tamarindus indica</i>     |
| c <i>Mimosa pigra</i>          | k <i>Citrus limonium</i>       |
| d <i>Laguncularia racemosa</i> | l <i>Salix nigra</i>           |
| e <i>Rhizophorae mangle</i>    | m <i>Psidura spp.</i>          |
| f <i>Eichornia crassipes</i>   | n <i>Lonchocarpus rugosiss</i> |
| g <i>Carica papaya</i>         | o <i>Martynia annua</i>        |
| h <i>Terminalia catappa</i>    | p <i>Cassia occidentalis</i>   |



Charadriidae (chorlitos), Hirudidae (golondrinas), Cuclidae (añis), Strigidae (lechuzas), Apodidae (golondrinas de cuello blanco), Trochilidae (colibríes), Trogonidae (trogones), Alcedinidae (pájaros pescadores), Picidae (carpinteros), Furnadidae (limpia follajes), Cotingidae (titiras), Tyrannidae (tiranos y caza-volando), Vireonidae (vireos), Parulidae (currucas), Icteridae (calandrias), Thraupidae (tangaras), Fringillidae (cardenales), Psittacidae (loros), Corvidae (urracas y cuervos). Las aves han sido afectadas también por los cambios en su ambientes originales, si bien muchas de ellas han sido objeto de cría como aves de ornato.

**Reptiles:** al igual que las aves la evolución de los reptiles los ha llevado a ocupar numerosos nichos ecológicos tanto terrestres como acuáticos. El tema fué desarrollado de acuerdo a Carr (1964), Smith y Taylor (1966), Casas y Guzmán (1970), Guzmán (1973), Alvarez del Toro (1972 y 1974), Conant (1975) y Guzmán (1975 y 1978). Las familias presentes son menos numerosas que las de mamíferos y aves: Chelonidae (tortugas marinas), Kinosternidae (tortugas almizcleras), Emydidae (tortugas terrestres), Gekkonidae (cuijas), Iguanidae (iguanas y lagartijas), Scincidae (salamanquesa), Teiidae (lagartijas), Helodermidae (monstruo de gila), Leptotyphlopidae (culebras agujillas), Boidea (boas), Pythonidae (culebras chatillas), Colubridae (culebras), Anguillidae (barisias), Elapidae (coralillo), Hydrophidae (serpientes marinas), Crotalidae (cascabeles) y Crocodylidae (cocodrilos). Los reptiles son más beneficiosos que perjudiciales para el hombre, aún cuando existen especies venenosas. Al igual que las aves y mamíferos muchos de ellos son aprovechados por su carne y por su piel, al grado que algunas especies están en serio riesgo de extinción en el área, particularmente tortugas marinas y cocodrilos, los cuales se han restringido considerablemente de sus zonas naturales de distribución.

**Anfibios:** los anfibios son animales íntimamente ligados al agua en una parte de su vida, particularmente al agua dulce. Noble (1955), Allen (1956), Smith y Taylor (1966), Conant (1975), son los autores en los que se basó este tema. Las familias presentes son: Bufonidae (sapos), Leptodactylidae (ranas), Hylidae (ranas arbóreas), Ranidae (ranas comunes). Los más grandes son los pertenecientes a la familias bufonidae, son utilizados para la elaboración de artesanías. Son muy útiles en los campos agrícolas por el alto consumo de insectos. Los otros representantes del grupo no tienen importancia económica dado su pequeño tamaño y al igual que los sapos, son benéficos para la agricultura.

**Peces:** con los peces se integra el último taxa de vertebrados del área. Se les encuentra en ambientes tanto limnéticos, estuarinos como marinos, en el caso de las lagunas costeras podemos encontrar diversas combinaciones de los grupos mencionados, en función de la salinidad y comunicación de las lagunas con el mar. En los trabajos de los autores siguientes se basó el desarrollo del tema, Alvarez del Villar (1970), Guzmán et al (1978), Yañes (1978), Orbe (1981), Fuentes y Guzmán (1977), Zarur (1982) y Acosta (1984). Las siguientes familias son

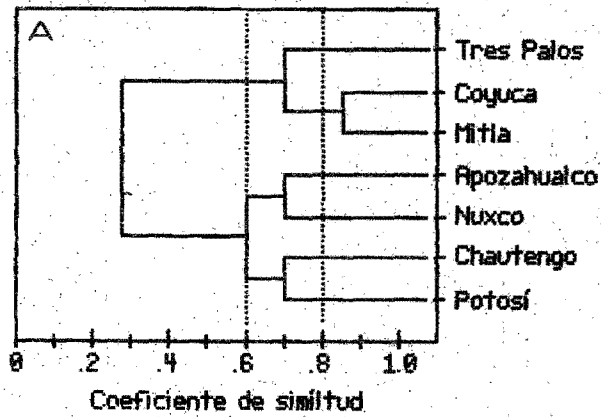
presentes en el área: Heterodontidae (tiburones espinosos), Orectolobiidae (tiburones gata), Pristioidea (peces sierra), Urolophidae (rayas), Albulidae (peces zorro), Xencongridae (morenas), Hemirhamphidae (agujas), Engraulidae (anchovetas), Bothidae y Soleidae (lenguados), Characinidae (sardinitas), Triglidae (escorpiones), Serranidae (meros), Gobiidae (gobios), Pomadasyidae (burritos), Scianidae (corvinas), Kyphosidae (mojarrón), Pomacentridae (roncos), Sphyraenidae (barracudas), Scombridae (sierras), Tetrodontidae (peces globo), Diodontidae (peces erizo), Polynemidae (peces ratón), Centropomidae (robalos), Cichlidae (mojarras), Gerridae (mojarras de mar), Eleotridae (guavinas), Ariidae (bagres), Clupeidae (sardinias), Lutjanidae (pargos), Mugilidae (lisas), Poeciliidae (potetes), Atherinidae (charales), Carangidae (jureles), Elopidae (chiros) y Chanidae (sabalotes). Muchos representantes de estas familias son marinos y utilizan las lagunas costeras y estuarios como áreas de crecimiento de juveniles.

**Invertebrados:** de los Invertebrados presentes en las lagunas costeras los más importantes son moluscos y crustáceos, dentro de estos, las familias representativas son para crustáceos: Palemonidae (langostinos), Penneidae (camarones) y Portunidae (jaibas). Para los moluscos las familias ostreidae (ostiones) y Mytilidae (mejillones).

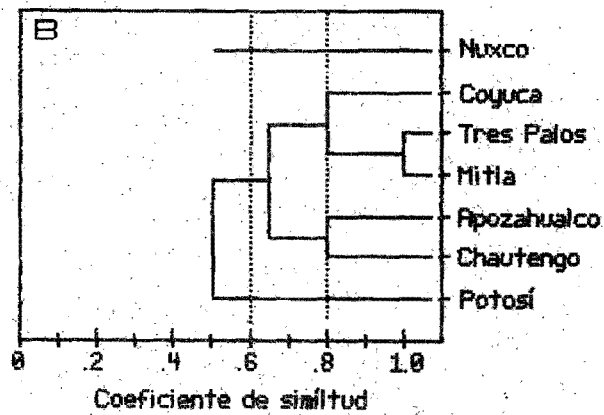
#### Asociación faunística entre lagunas.

Se utilizó un análisis factorial de cómulos, para establecer la asociación faunística entre las lagunas, mediante un índice de asociación (Guzmán, Mañón y Ortiz, 1986), utilizando para ellos los componentes de la fauna acuática como son: peces, crustáceos y moluscos. Los diagramas correspondientes se presentan en la figura 7.29. Se observa una coincidencia respecto a la asociación ambiental entre lagunas, mencionado en incisos anteriores, ya que las Lagunas de Tres Palos, Coyuca y Milla, mantienen una asociación respecto a sus componentes ictiológicos y carcinológicos, a un nivel de correlación de 0.8, respecto al componente malacológico, se integra al grupo la laguna de Nuxco, a este mismo nivel. El otro grupo lo integran las lagunas de Apozahualco, Chautengo y Potosí. Estas separación se debe sobre todo a las diferencias entre sus regímenes hidrológicos, particularmente la influencia marina dentro de los cuerpos lagunares, que determina que el segundo grupo de lagunas sean más salinas, respecto al primero.

Peces.



Crustáceos.



Moluscos.

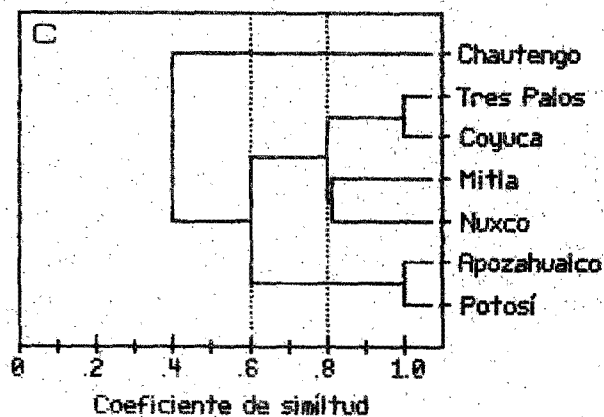


Fig. 7.30 Asociación faunística entre lagunas del Estado de Guerrero.

- A Peces
- B Crustáceos
- C Moluscos

## 8 ASPECTOS BIOLÓGICOS

Los aspectos biológicos se han estructurado de acuerdo a los criterios expresados en los trabajos de Rosas (1966), Kesteven (1973), modificados por Guzmán (1977), abarcando temas sobre identidad, distribución, ecología, biología y dinámica de la población del langostino *Macrobrachium tenellum*.

### 8.1 Identidad.

Los criterios de identificación están basados en los trabajos de Holthuis (1950 y 1952), Rodríguez de la Cruz (1956) y Gosner (1971).

Se han considerado para este tema las posiciones taxonómicas; supragenérica, genérica y específica, desarrollando para cada una en ellas las diagnósisis correspondientes.

#### 8.1.1 Posición supragenérica.

Se incluye en este punto los taxa desde el Phylum hasta la familia, a la que pertenece el langostino *M. tenellum*, y se presentan en el cuadro a continuación:

Cuadro 8.1 Posición supragenérica.

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Euarthropoda
Superclase	Mandibulata
Clase	Crustacea
Subclase	Malacostraca
Serie	Eumalacostraca
División	Eucarida
Orden	Decapoda
Sección	Macrura
Grupo	Natantia
Tribu	Caridea
Familia	Palaemonidae
Subfamilia	Palaemoninae

#### Diagnósis supragenérica:

Los crustáceos del orden Decapoda se caracterizan por tener los primeros pares de apéndices torácicos modificados en maxilípedos; los cinco pares restantes de apéndices torácicos son locomotores; dichos apéndices pueden o no tener la misma forma y tamaño entre sí.

El suborden Natantia, comprende decápodos de cuerpo comprimido lateralmente; pleópodos bien desarrollados adaptados para la natación.

La sección Caridea, presenta la pleura del segundo segmento abdominal superpuesta a la primera y segunda pleura; escama antenal bien desarrollada; primer par de pereiópodos con quelas.

La familia Palaemonidae tiene el segundo par de pereiópodos con pinzas largas; el carpo no presenta subdivisiones; flagelo antenular dorsal bifido; el rostro es largo sobrepasando considerablemente al escafocerito; borde basal con 3 a 5 dientes agrupados en cresta en la porción basal y un diente distal; borde ventral del rostro con 3 a 10 dientes; cefalotórax liso sin depresiones.

La subfamilia Palaemoninae con pleurobranquias presentes sobre el tercer maxilipedo; margen posterior del telson con dos pares de espinas y uno o mas pares de setas con o sin espina branquiostegal o espina hepática; mandíbula con o sin palpo.

#### 8.1.2 Posición genérica.

Género: *Macrobrachium* Bate, 1868: 363-368. pt. 30-31.

Genotipo: *M. americanum*.

#### Diagnóstico descriptivo del género:

El rostro se encuentra bien desarrollado; comprimido y con dentición presente tanto arriba como abajo de la espina rostral; caparazón con espina hepática y antenal; línea branquiostega presente; telson con dos pares de espinas dorsales y posteriores; mandíbula con palpo triarticulado; maxilipedo con exópodos; pleuro branquias sobre el tercer maxilipedo y en todos los pereiópodos; pares de pereiópodos 3, 4 y 5 con dactilo simple; propodito del quinto par de pereiópodos con numerosas setas de líneas transversales; macho con primer pleópodo sin appendix interna.

#### 8.1.3 Posición específica.

Especie: *Macrobrachium tenellum*. (Smith) Holthuis, 1950: 18.

Especie tipo con ubicación desconocida.

Localidad tipo: Polvón, localizada al Oeste de Nicaragua, en la vertiente del Pacífico, Centro América.

Diagnóstico descriptivo de la especie:

Rostro bien desarrollado, curvado hacia arriba con el borde superior con una parte proximal convexa y dentada y una distal desarmada recta o concava; un diente rostral superior, detrás del margen posterior de la orbita; abdomen con pleura con un margen claro y una punta media; segundo par de pereópodos muy grandes, esto es notable en los machos adultos; presentan quelas con pubescencias aterciopeladas (Figura 8.1a y 8.1b).

8.1.4 Nomenclatura.

Nombre válido:

*Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) Holthuis, 1950: 18.  
1952: 32.

8.1.5 Sinonimia.

Sinónimo objetivo:

*Palaemon tenellus* Smith, 1871: 68.

Este nombre ha sido invalidado en parte por Holthuis aún cuando el sinónimo objetivo más antiguo para la especie es:

*Palaemon forceps* Von Martens, 1869: 28.

Sinónimos:

*Palaemon forceps* Von Martens, 1869: 28. pt 1. Bouvier, 1895: 160.

*Palaemon tenellus* Smith, 1871: 89. Thallwitz, 1892: 14. pt 3.

*Palaemon longipes* Lockington, 1878: 161.

*Palaemon acanthurus* Kingsley, 1882: 108. Sharp, 1893: 121.

*Macrobrachium mexicanum* Schmitt, 1924: 386.

*Macrobrachium acanthurus* Schmitt, 1933: 312. Coventry, 1944: 213.

*Macrobrachium tenellum* Holthuis, 1950: 18. 1952: 32.

En la figura 8.1 se presenta el esquema de un organismo del sexo masculino del langostino *M. tenellum*, el dibujo 8.1a, se presenta en vista general, donde se observa el cuerpo del organismo así como el tamaño relativo del segundo pereopodo. En el dibujo 8.1b, se observa la porción cefálica, donde se nota la longitud y forma de la espina rostral, el número y disposición de los dientes rostrales, así como la disposición de las espinas hepáticas, a los lados del cefalotórax.

La forma y longitud del segundo pereopodo, así como la forma, longitud y número de dientes, son características distintivas del langostino *M. tenellum*,

En la figura 8.2 se presentan los principales rasgos morfológicos externos del langostino *Macrobrachium tenellum*, se señalan 22 de las principales estructuras del organismo, que incluyen el cuerpo (cefalotórax y abdomen) así como los apéndices (cefálicos, torácicos y abdominales).

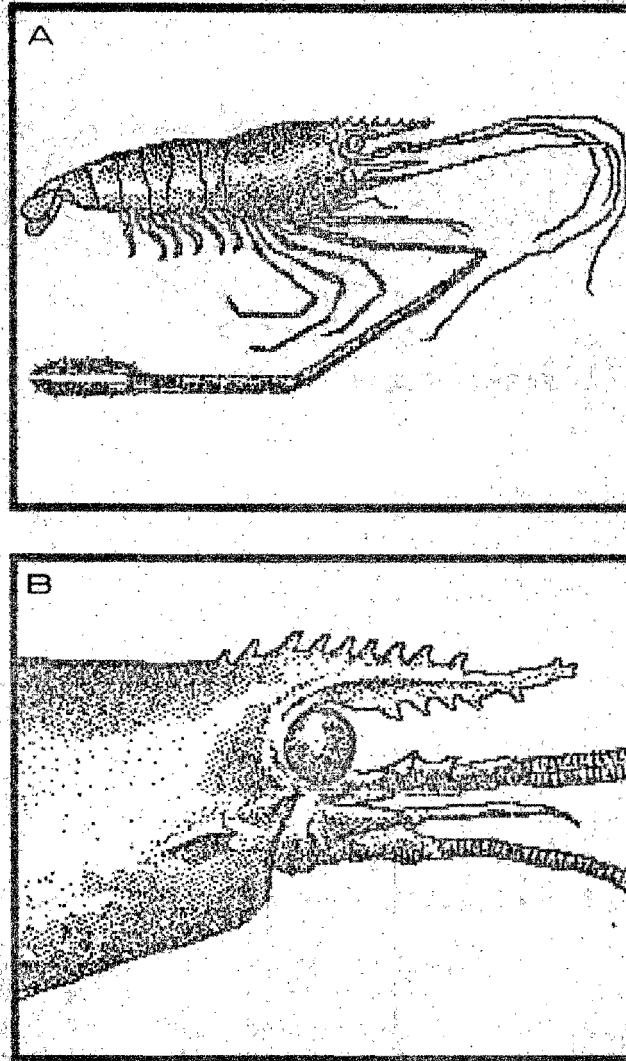


Fig. 8.1 Langostino *Macrobrachium tenellum*.

A Vista general

B Vista cefàlica



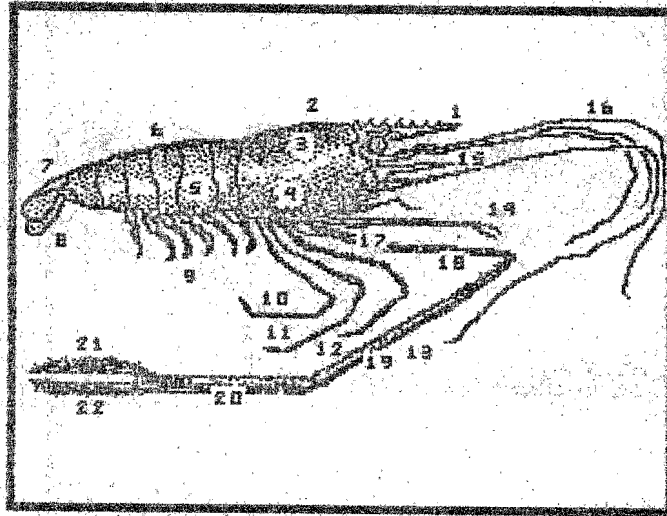


Fig. 8.2 Morfologia general de *N. tenellum*.

1 Rostro	9 Pleópodos	17 Isquiopodito
2 Cefalotórax	10 Pereiòpodo V	18 Meropodito
3 R. gástrica	11 Pereiòpodo IV	19 Carpopodito
4 R. branquial	12 Pereiòpodo III	20 Propodito
5 Pleuras	13 Pereiòpodo II	21 Dactilopodito
6 S. abdominales	14 Pereiòpodo I	22 Quela
7 Telson	15 Escafocerito	
8 Urópodos	16 Antenas	

### 8.1.6 Biometria.

Variabes biométricas: partiendo de los caracteres morfológicos (Fig. 8.2) de la especie, fueron seleccionados un grupo de 39 variables biométricas, que se enlistan en el cuadro 8.2, con el objeto de caracterizar al langostino *M. tenellum*. En las figuras 8.3 y 8.4, se observan las estructuras que fueron analizadas así como los límites de sus mediciones.

A cada una de las variables biométricas le fue asignado un código, se realizaron 24 mediciones en machos y 20 en hembras, ya que fue necesario descartar algunos valores. Los valores fueron procesados estadísticamente obteniéndose su valor medio, mínimo, máximo, desviación estándar, para hembras, machos y para ambos sexos. Posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación y finalmente se calculó, tomando una variable base predefinida, la proporción correspondiente a cada una de las restantes variables (Cuadros 8.3 a 8.5).

Los valores medio y máximos fueron representados gráficamente en la figura 8.5, el coeficiente de variación en la 8.6, y las proporciones en la 8.7. Con esta información es posible determinar una diagnóstico morfológica específica, que nos puede servir de base para desarrollar una Taxonomía numérica de este grupo, al comparar cuantitativamente a cada especie de acuerdo a los valores de estas variables biométricas.

En la tabla 8.3 se muestra la tipificación de las variables de acuerdo a su coeficiente de variación, para hembras, machos, y para ambos. Se registra en la última columna a que sexo corresponde el máximo valor del coeficiente de variación. De acuerdo a esto las siguientes Longitudes; total, dorsal del cefalotórax, abdomen, escafocerito, dactilopódito, uropodo I, saco hepático, región branquial, segmentos abdominales I-IV, nos permiten caracterizar a la especie, en cambio las siguientes longitudes; lateral del cefalotórax, propodito, carpopodito, meropodito, isquiopodito, pereiópodo II, espina antenal y hepática, serían las más importantes para establecer características distintivas entre los sexos.

Con los valores medios de las variables de las hembras y los machos se realizó un análisis de regresión, del tipo lineal:

$$M = a + bH \quad (8.01)$$

Donde (M) son las variables machos y (H) las variables hembras y  $a = 0.00048$  y  $b = 1.115$ . Con una correlación de 0.9958, con error estándar de para la pendiente de  $B = 0.01179$  y para el intercepto  $A = 0.0223$ . Esta regresión se realizó con fines descriptivos y comparativos con otras especies, ya que por la naturaleza de las variables no es predictiva.

## Cuadro 8.2 Variables biométricas.

No.	Nombre	Código
01	Longitud total	Lto
02	Longitud dorsal cefalotórax	Ldc
03	Longitud abdomen	Lab
04	Longitud telson	Lte
05	Longitud dorsal rostró	Ldr
06	Longitud cefalotórax sin rostró	Lcr
07	Longitud ventral rostró	Lvr
08	Longitud base rostró	Lbr
09	Longitud lateral cefalotórax	Llc
10	Longitud escafocerito	Lec
11	Longitud dactilopodito II	Lda
12	Longitud propodito II	Lpr
13	Longitud carpopodito II	Lca
14	Longitud meropodito II	Lmr
15	Longitud isquiopodito II	Lis
16	Diámetro ocular	Doc
17	Longitud urópodo 1	Lua
18	Perímetro urópodo 1	Lub
19	Longitud urópodo 3	Luc
20	Altura cefalotórax	Ace
21	Altura cefalotórax - saco hepático	Ach
22	Distancia sac. hepático - fin cefalotórax	Dhc
23	Distancia espina antenal - espina hepática	Dah
24	Distancia sur. hepático - dorso cefalotórax	Dsc
25	Altura región branquial	Arb
26	Longitud dorsal segmento abdominal I	Lsa
27	Longitud dorsal segmento abdominal II	Lsb
28	Longitud dorsal segmento abdominal III	Lsc
29	Longitud dorsal segmento abdominal IV	Lsd
30	Longitud dorsal segmento V	Lse
31	Longitud dorsal segmento VI	Lsf
32	Ancho pleura segmento abdominal II	Apa
33	Altura segmento abdominal I	Asa
34	Altura segmento abdominal II	Asb
35	Altura segmento abdominal III	Asc
36	Altura segmento abdominal IV	Asd
37	Altura segmento abdominal V	Ase
38	Altura segmento abdominal VI	Asf
39	Longitud total pereópodo II	Ltp

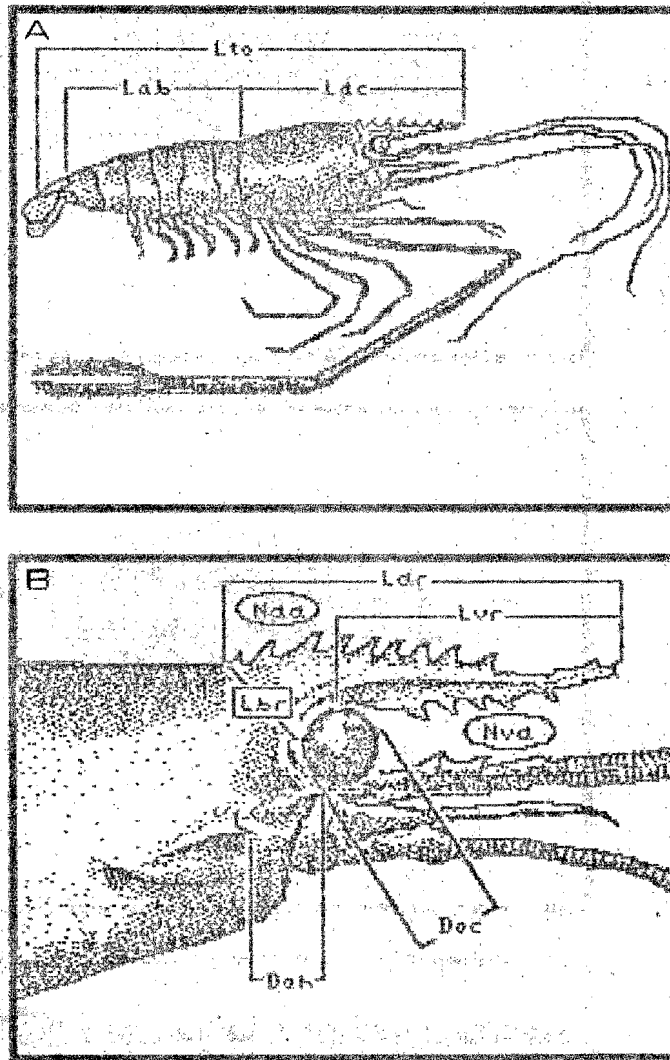


Fig. 8.3 Variables biométricas I.

A Corporales  
B Cefálicas

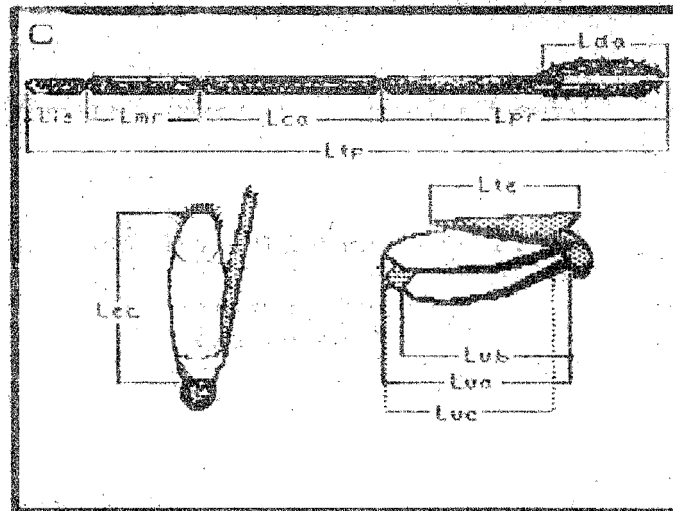
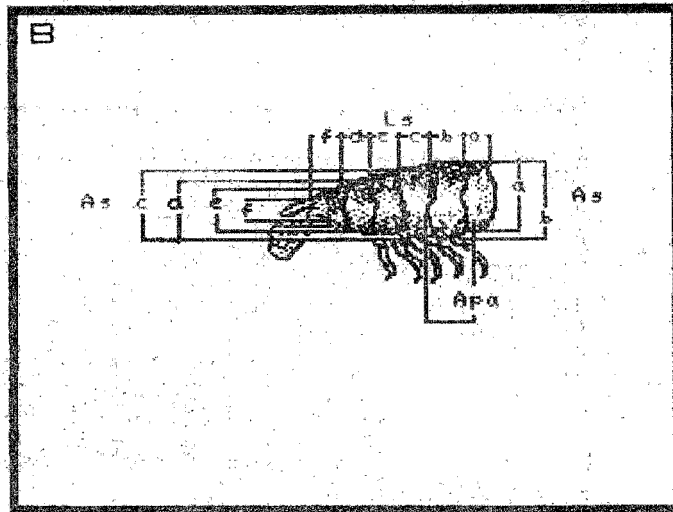
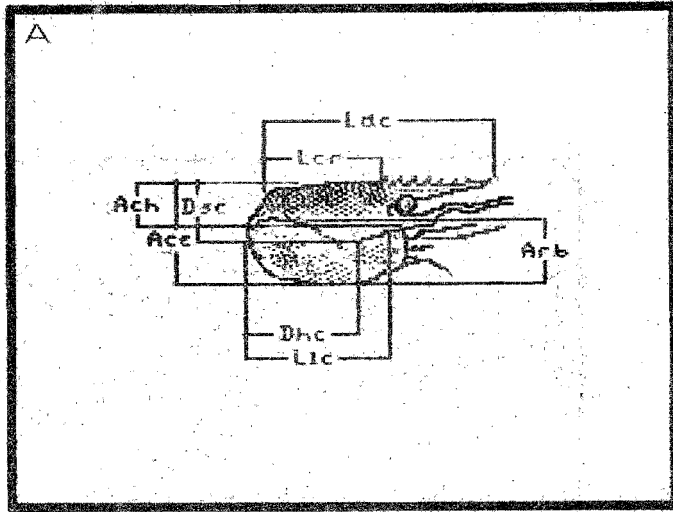


Fig. 8.4 Variables biométricas II.

- A Cefalotorácicas
- B Abdominales
- C Apendiculares

Cuadro 8.3 Valores promedios y máximos

Variable	Valor promedio			Valor máximo	
	Todos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
1 Lto	8.30	7.86	8.67	8.68	9.69
2 Ldc	3.83	3.56	4.06	4.09	4.73
3 Lab	3.36	3.25	3.45	3.82	3.93
4 Lte	1.11	1.03	1.17	1.19	1.75
5 Ldr	2.72	2.53	2.87	2.96	3.40
6 Lcr	1.09	1.00	1.15	1.17	1.42
7 Lur	1.92	1.79	2.01	2.11	2.42
8 Lvr	1.19	1.34	1.07	2.15	2.45
9 Lic	2.08	1.87	2.25	2.26	2.95
10 Lec	1.40	1.36	1.43	1.48	1.64
11 Lda	0.48	0.43	0.52	0.57	0.64
12 Lpr	1.05	0.94	1.14	1.11	1.38
13 Lca	1.23	1.19	1.27	1.92	1.50
14 Lmr	0.89	0.81	0.97	0.92	1.88
15 Lis	0.75	0.66	0.82	0.81	1.86
16 Doc	0.30	0.29	0.31	0.34	0.36
17 Lua	0.87	0.82	0.92	0.96	1.08
18 Lub	1.14	1.09	1.19	1.19	1.91
19 Luc	1.01	1.01	1.01	1.60	1.26
20 Ace	1.20	1.12	1.27	1.33	1.51
21 Ach	0.81	0.77	0.85	1.20	1.00
22 Lhc	1.37	1.31	1.43	1.90	1.69
23 Dah	0.37	0.36	0.39	0.41	0.46
24 Dsc	0.84	0.78	0.89	0.93	1.06
25 Arb	1.07	1.01	1.12	1.16	1.32
26 Lsa	0.36	0.34	0.37	0.39	0.48
27 Lsb	0.89	0.85	0.93	0.96	1.07
28 Lsc	1.10	1.04	1.14	1.18	1.28
29 Lsd	0.97	0.92	1.01	1.03	1.13
30 Lse	0.64	0.61	0.68	0.70	1.19
31 Lsf	0.84	0.81	0.87	0.92	1.00
32 Apa	0.78	0.74	0.82	0.99	0.99
33 Asa	1.15	1.10	1.19	1.27	1.40
34 Asb	1.24	1.19	1.28	1.34	1.48
35 Asc	1.29	1.24	1.33	1.37	1.53
36 Asd	1.04	0.99	1.09	1.15	1.26
37 Ase	0.84	0.78	0.88	0.91	1.13
38 Asf	0.58	0.53	0.61	0.64	1.11
39 Ltp	3.95	3.62	4.22	4.02	5.58

Cuadro 8.4 Coeficiente de variación y proporción.

Variable	Coeficiente de variación			Proporción	
	Todos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
1 Lto	8.27	6.51	6.84	0.77	0.76
2 Ldc	11.22	9.68	8.85	1.70	1.63
3 Lab	7.75	7.71	6.87	1.86	1.92
4 Lte	12.28	7.75	12.16	5.87	5.68
5 Ldr	11.57	11.66	8.51	2.39	2.31
6 Lcr	12.94	9.98	11.87	6.00	5.76
7 Lur	12.40	13.91	8.78	3.37	3.30
8 Lvr	45.38	42.93	45.94	4.52	6.18
9 Lic	17.74	20.20	11.56	3.23	2.95
10 Lec	7.12	5.24	7.68	4.44	4.64
11 Lda	15.07	12.15	11.79	13.88	12.64
12 Lpr	14.87	9.64	12.62	6.39	5.81
13 Lca	15.29	19.13	11.23	5.09	5.21
14 Lmr	20.84	1.92	22.90	7.48	6.86
15 Lis	27.07	10.68	30.09	9.10	8.08
16 Doc	8.79	7.57	8.84	20.71	21.39
17 Lua	14.93	17.23	11.28	7.37	7.23
18 Lub	13.07	6.45	15.16	5.55	5.56
19 Luc	18.13	14.51	21.02	5.95	6.57
20 Ace	11.75	9.27	10.21	5.43	5.23
21 Ach	16.28	21.24	10.41	7.84	7.83
22 Lhc	12.21	12.93	10.37	4.62	4.64
23 Dah	12.17	9.35	12.09	16.97	16.76
24 Desc	12.47	9.12	11.04	7.79	7.42
25 Arb	10.01	6.62	9.62	5.97	5.89
26 Lsa	9.65	7.72	9.69	17.36	17.63
27 Lsb	8.45	6.76	7.63	7.08	7.12
28 Lsc	8.04	5.98	7.23	5.77	5.80
29 Lsd	8.43	6.46	7.69	6.57	6.60
30 Lse	15.14	6.37	17.80	9.90	9.79
31 Lsf	10.87	6.60	12.58	7.43	7.65
32 Apa	10.76	10.40	9.07	12.26	8.09
33 Asa	9.19	7.29	9.03	5.51	5.58
34 Asb	8.45	6.64	8.25	5.09	5.18
35 Asc	8.17	5.76	8.33	4.88	4.98
36 Asd	9.89	8.82	8.66	6.09	6.07
37 Ase	11.67	7.75	11.53	7.68	7.51
38 Asf	17.09	8.89	19.33	11.24	10.89
39 Ltp	13.22	8.08	12.19	1.67	1.57

\* Proporción de la variable en relación a la longitud total sin rostro.

### Proporción:

La proporción de las variables fluctuó de 0.77 a 21.21 en ambos sexos, de 0.77 a 20.91 en hembras y de 0.77 a 21.48 en machos, correspondiendo el valor mínimo a la longitud total y el máximo al diámetro ocular. En el cuadro 8.4 se observan los valores de proporción para cada una de las variables. En los dos sexos se presentan cinco grupos de proporciones, las comprendidas entre los valores de 0 a 5, 5.1 a 10, 10.1 a 15, 15.1 a 20, y de 20.1 en adelante, estos grupos se presentan gráficamente en la figura 8.6.

### Coefficiente de variación:

En el cuadro 8.4 se presentan los valores del coeficiente de variación, el cual fluctuó de 5.24 % en hembras a 45.94 % en machos, en la figura 8.6 se observan las graficas correspondientes a ambos sexos, a hembras y a machos, en general el coeficiente de variación forma tres grandes grupos, siendo el más grande el comprendido entre 0.0 y 10.0 %, otro menor entre los 10.1 y el 20.0 %, algunas variables como la longitud de la base del rostro fluctuaron de 45.38 a 45.94 %.

### Tipificación de las variables:

Ordenando los valores encontrados del coeficiente de variación en 10 unidades por intervalo, se desarrolló el cuadro 8.5: para ambos sexos, para hembras y machos, también se señala en cual de los dos sexos se presenta la máxima variación. Esto nos permite definir variables para caracterizar el dimorfismo sexual de la especie. Las hembras mantuvieron un mayor coeficiente de variación en las siguientes variables: 5 y 7 (Longitud dorsal y ventral del rostro); 9 (Longitud lateral del cefalotórax); 13 (Longitud del carpopodito II); 19 (Longitud del urópodo 3); 21 (Altura cefalotórax-saco hepático) y 32 (Ancho de la pleura del segmento abdominal II). Los machos en las variables 4 (Longitud del telson); 6 (Longitud del cefalotórax sin rostro); 12 (Longitud del propodito II); 14 (Longitud del meropodito II); 15 (Longitud del isquiopodito); 18 (Perímetro del urópodo 1); 20 (Altura del cefalotórax); 23 (Distancia espina antenal-espina hepática); 24 (Distancia surco hepático-dorso del cefalotórax); 30 y 31 (Longitud dorsal del segmento V y VI); 37 y 38 (Altura del segmento abdominal V y VI) y 39 (Longitud total del pereópodo II).

Por cuestiones prácticas no todas las variables antes mencionadas se utilizarían para describir a cada uno de los sexos, sino aquellas cuyo coeficiente de variación sean mayores al 10.0 %, considerando también que la estructura no presente dificultades en su observación y medición.



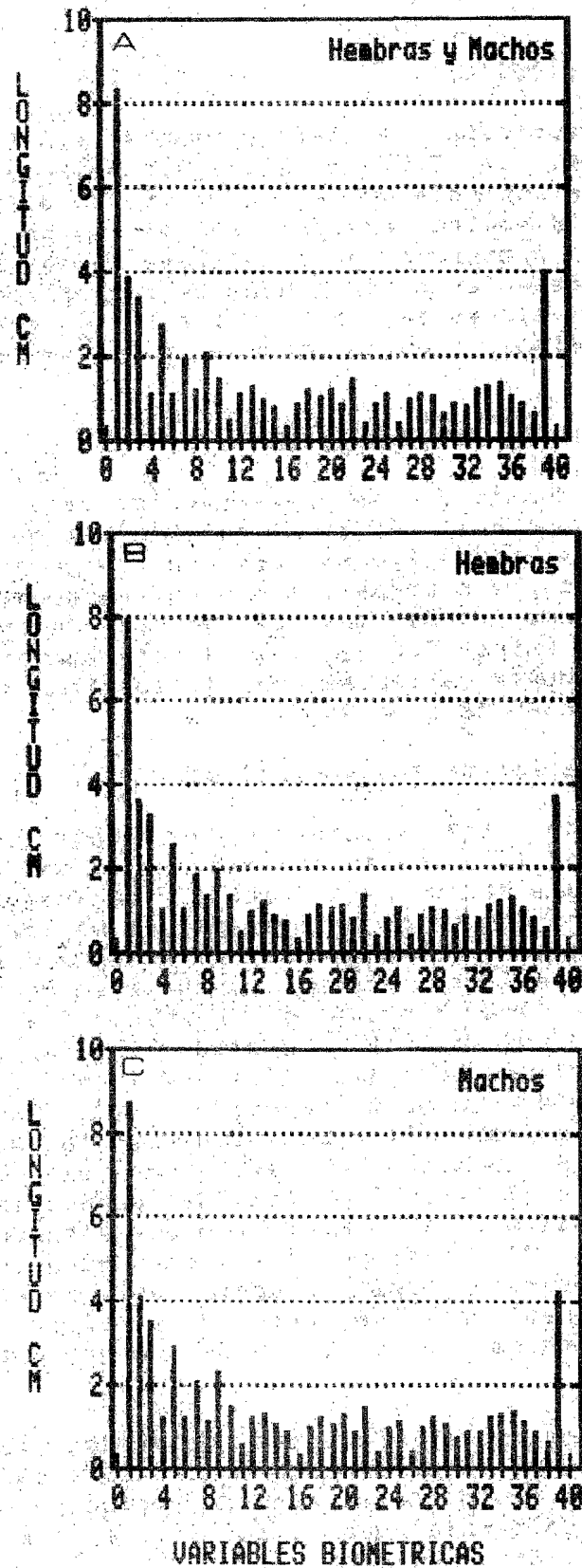


Fig. 8.5 Longitud media de variables biométricas en *M. tenellum*.

- A Hembras y Machos
- B Hembras
- C Machos

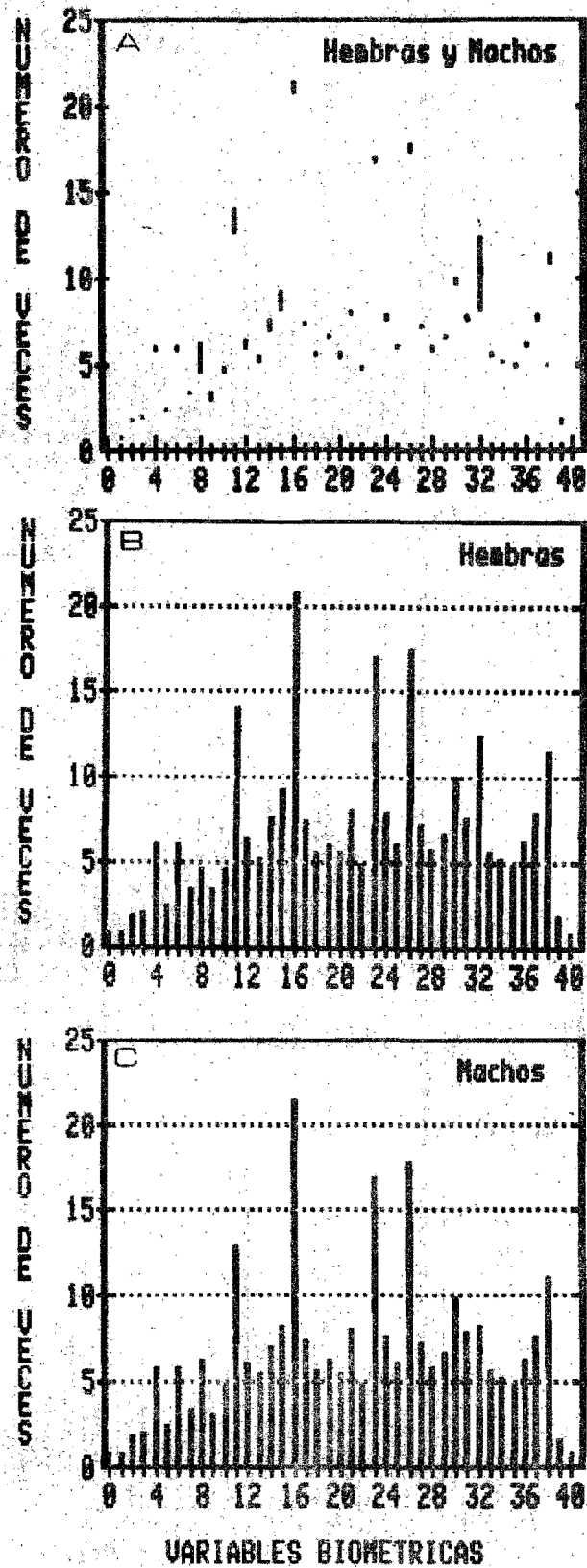
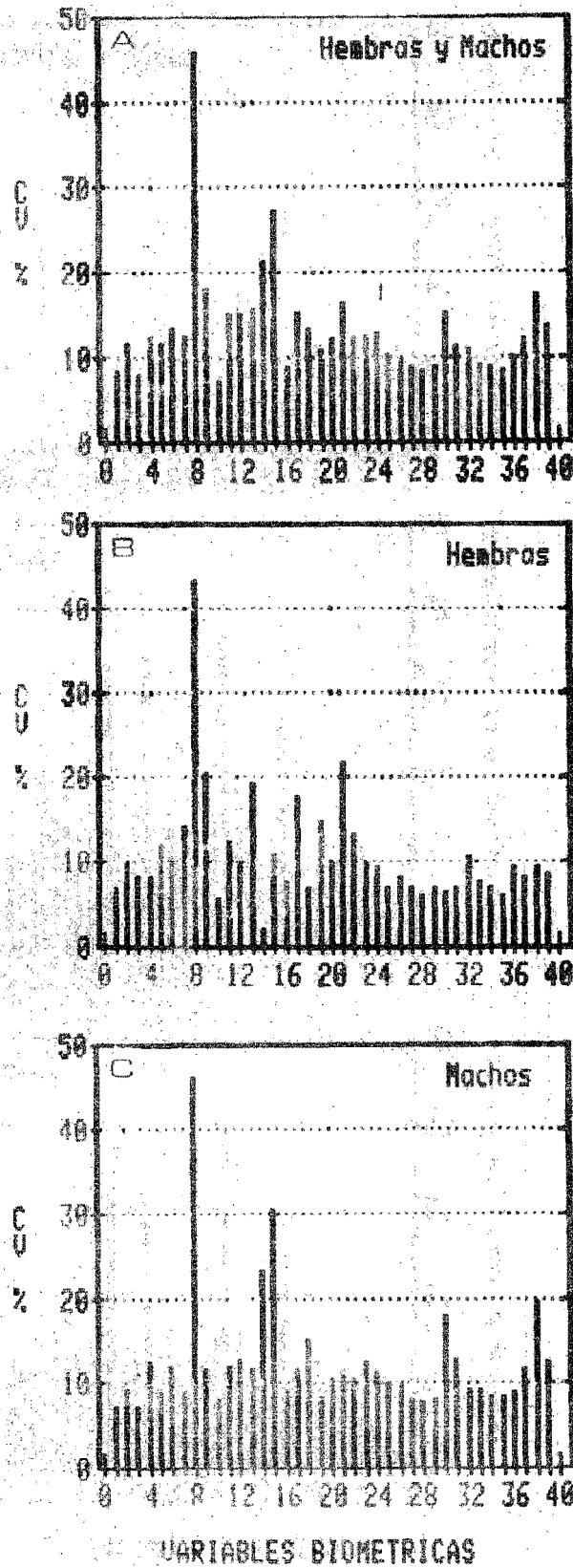


Fig. 8.6 Proporción: Número de veces de las variables en una variable patrón.

- A Hembras y Machos
- B Hembras
- C Machos



## VARIABLES BIOMETRICAS

Fig. 8.7 Coeficiente de variación de las variables biométricas de *N. tenellum*.

- A Hembras y Machos
- B Hembras
- C Machos

Cuadro 8.5 Tipificación de las variables biométricas.

No	Nombre	Ambos	Hembras	Machos	Máximo
01	L. total	( A )	( )	( )	( )
02	L. dorsal cefalotórax	( A )	( )	( )	( )
03	L. abdomen	( A )	( )	( )	( )
04	L. telson	( )	( A )	( B )	( M )
05	L. dorsal rostro	( )	( B )	( A )	( H )
06	L. cefal. sin rostro	( )	( A )	( B )	( M )
07	L. ventral rostro	( )	( B )	( A )	( H )
08	L. base rostro	( E )	( )	( )	( )
09	L. lateral cefalotórax	( )	( C )	( B )	( H )
10	L. escafocerito	( A )	( )	( )	( )
11	L. dactilopodito II	( B )	( )	( )	( )
12	L. propodito II	( )	( A )	( B )	( M )
13	L. carpopodito II	( )	( C )	( B )	( H )
14	L. meropodito II	( )	( A )	( C )	( M )
15	L. isquiopodito II	( )	( B )	( D )	( M )
16	D. ocular	( A )	( )	( )	( )
17	L. urópodo 1	( B )	( )	( )	( )
18	P. urópodo 1	( )	( A )	( B )	( M )
19	L. urópodo 2	( )	( B )	( A )	( H )
20	A. cefalotórax	( )	( A )	( B )	( M )
21	A. s. hepat. a cefalotórax	( )	( C )	( B )	( H )
22	D. s. hepat. a f. cefal.	( B )	( )	( )	( )
23	D. e. hepat. a e. antenal	( )	( A )	( B )	( M )
24	D. s. hepat. a d. cefal.	( )	( A )	( B )	( M )
25	A. región branquial	( A )	( )	( )	( )
26	L. d. s. abdominal I	( A )	( )	( )	( )
27	L. d. s. abdominal II	( A )	( )	( )	( )
28	L. d. s. abdominal III	( A )	( )	( )	( )
29	L. d. s. abdominal IV	( A )	( )	( )	( )
30	L. d. s. abdominal V	( )	( A )	( B )	( M )
31	L. d. s. abdominal VI	( )	( A )	( B )	( M )
32	A. p. s. abdominal II	( )	( B )	( A )	( H )
33	A. segmento abdominal I	( A )	( )	( )	( )
34	A. segmento abdominal II	( A )	( )	( )	( )
35	A. segmento abdominal III	( A )	( )	( )	( )
36	A. segmento abdominal IV	( A )	( )	( )	( )
37	A. segmento abdominal V	( )	( A )	( B )	( M )
38	A. segmento abdominal VI	( )	( A )	( B )	( M )
39	L. total pereiópodo II	( )	( A )	( B )	( M )

Rango del Coeficiente de Variación (C.V.).

Del: Al: Símbolo:

00.0	10.0 %	A
10.1	20.0 %	B
20.1	30.0 %	C
30.1	40.0 %	D
40.1	50.0 %	E

H = Hembras M = Machos

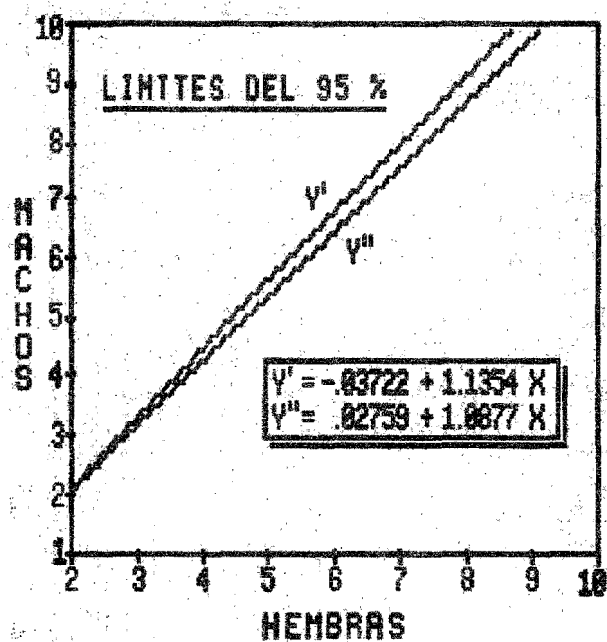


Fig. 8.7 Correlación entre variables biométricas de hembras y machos de *N. tenellus*.

## 8.2 Distribución.

En el tema de distribución se analiza la distribución del género *Macrobrachium* y de la especie *M. tenellum*, a nivel mundial, continental y nacional, haciendo referencia a las características ambientales que la determinan.

### 8.2.1 Distribución genérica.

El género *Macrobrachium* tiene una distribución cosmopolita (Fig. 8.9a), dentro de la zona tropical del planeta, delimitada por la isoterma de los 18 grados (Guzmán et al, 1982). En México se distribuyen dentro de climas tropicales como los tipos Am, Aw y (A) y semitropicales como el tipo Bs, (García 1973). Las diferentes especies de este género se encuentran distribuidas en general en altitudes sobre el nivel del mar no mayor a los 1000 metros (Fig. 8.9), con una temperatura ambiente media anual mínima de 16 y máxima de 32 grados. Precipitación total que fluctúa entre los 400 y los 1,350 mm anuales.

### Distribución de acuerdo al habitat.

De acuerdo a su distribución en relación a los diferentes ambientes donde el género se encuentra en México, se han tipificado tres grandes grupos de especies a saber:

**Especies troglobias:** Restringidas a ambientes limnéticos dentro de cavernas, que se encuentran aparentemente en cuencas hidrológicas aisladas o cerradas, como ejemplo se halla la especie *M. coconaensis*, en el estado de Chiapas.

**Especies riparias:** Como adultos permanecen en los ríos de las planicies y estribaciones de las sierras costeras, donde llevan a cabo su reproducción, sus formas larvales se desarrollan en las zonas estuáricas en un gradiente de salinidad que fluctúa en general entre los 5 a 16 ppm. En este tipo se encuentran *M. americanum*, de la vertiente del Pacífico y *M. carcinus*, en la del Golfo de México y Caribe, así como la mayoría de las especies del género.

**Especies estuarinas:** Llevan a cabo todo su ciclo biológico en aguas estuarinas, como son los estuarios y lagunas costeras encontrándose eventualmente en las áreas de influencia limnética. Entre las especies que pertenecen a este tipo se encuentra *M. tenellum*, del Pacífico y *M. acanthurus*, del Golfo y Caribe.

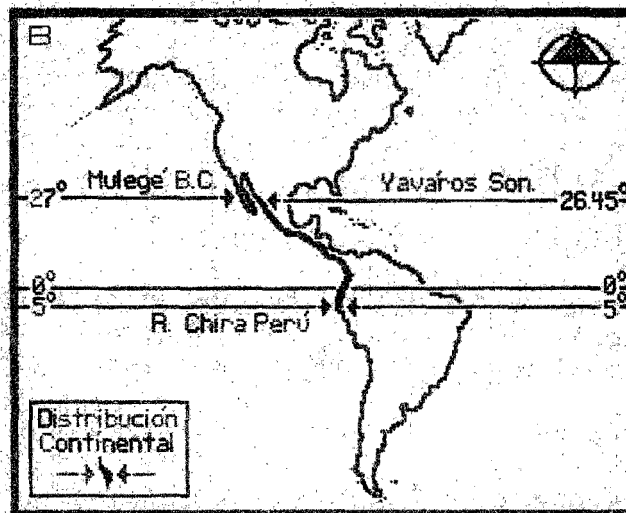
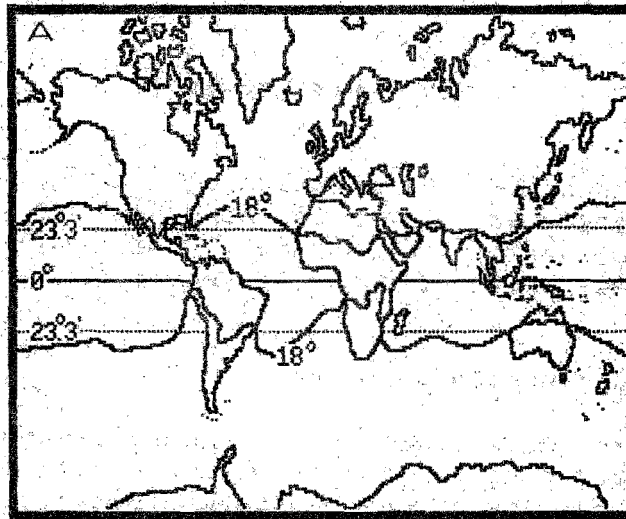


Fig. 8.9 Distribución geográfica.

- A Distribución mundial genérica
- B Distribución continental específica
- C Distribución nacional específica

### Distribución de acuerdo al ciclo de vida.

Intimamente ligados al habitat, las diversas especies del género *Macrobrachium* presentan dos grandes tipos de comportamiento:

Especies con hábitos migratorios asociadas a ambientes riparios. Las cuales realizan migraciones reproductivas, hacia zonas cercanas a los estuarios, donde desovan, sus larvas realizan su ciclo larval en aguas salobres y retornan río arriba hacia sus zonas habituales.

Especies sin hábitos migratorios. Las especies troglobias y las estuarino-lagunares, permanecen en sus ambientes, donde realizan migraciones locales, particularmente las especies lagunares, durante la apertura de las bocas de las lagunas, realizan desplazamientos masivos hacia ellas, sin salir al mar.

### 8.2.2 Distribución específica.

El langostino *M. tenellum*, se distribuye en la costa del Pacífico de América (Fig. 8.9b), desde Mulege en la parte media y oriental de la península de Baja California, (27 grados de Latitud Norte) hasta su extremo sur y desde Yavaros, Sinaloa (26 grados, 45 minutos de Latitud Norte), en México hasta el Río Chira, en el norte de Perú (5 grados de Latitud Sur). En la figura 8.10c se observa la distribución de la especie particularmente para México y en los cuadros 8.7a y 8.7b los estados y localidades donde se ha registrado.

### Distribución ecótica.

La especie *M. tenellum* presentan una amplia adaptabilidad a diferentes ambientes, la especie ha sido registrada en:

**Ríos costeros:** De caudal lento, principalmente en su cuenca baja, en la planicie costera con fondos arenosos y recodos con fondos limosos, salinidad nula, concentraciones medias de oxígeno, temperaturas medias, aguas muy ricas en materia orgánica y suspendida (turbias), condiciones fluctuantes de nivel del agua.

**Estuarios:** Areas de contacto del río con el océano, zonas muy dinámicas, con efectos de marea, fondos areno-limoso, salinidad variable, concentración fluctuante del oxígeno (en general más elevada), temperatura más baja.

**Lagunas costeras:** Esta especie es abundante en aquellas lagunas cuya comunicación con el mar es deficiente (Coyuca y Tres Palos) o bien que la hayan perdido por tiempos prolongados de varios años (Mitla).



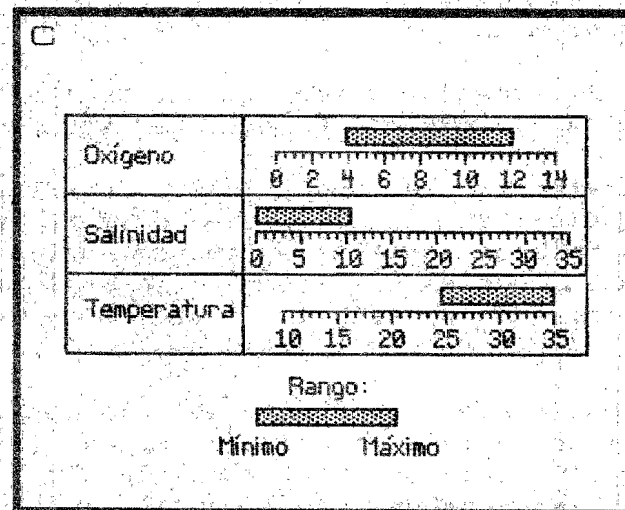
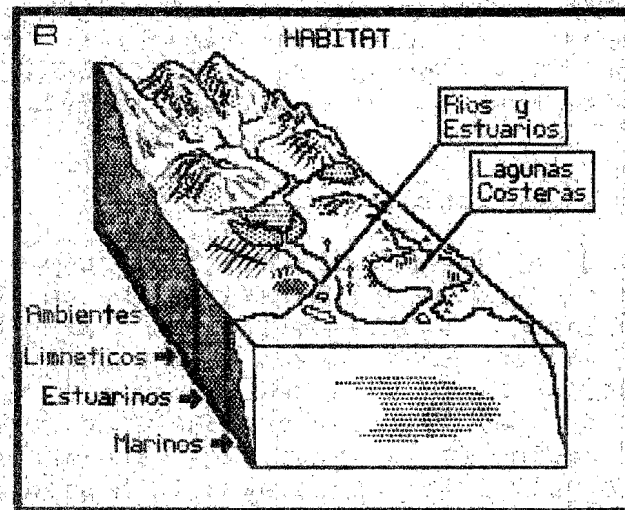
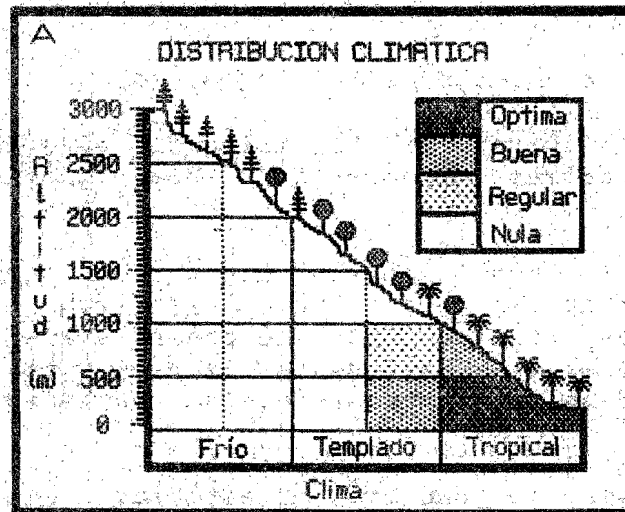


Fig. 8.10 Patrones de distribución.

- A Distribución climática
- B Distribución ecótica
- C Distribución ambiental

En lagunas con un mayor período de intercambio con el mar (Chautengo), la especie se encuentra restringida a zonas con influencia limnética. Los movimientos de las masas de agua son limitados y derivados de los vientos. Fondos limosos, la salinidad no mayor a los 10 ppm, concentraciones altas de oxígeno en las capas superficiales y durante el día, disminuyendo drásticamente durante la noche y en las capas profundas se llega a presentar condiciones de anoxia. La temperatura es alta disminuyendo gradualmente hacia el centro y fondo del cuerpo lagunar.

#### Registros geográficos.

Se registró la especie en diversas localidades incluyendo algunas fuera del área de estudio, se integró una colección de trabajo en el laboratorio de Limnología (ICML), se revisó la colección carcinológica del Instituto de Biología (UNAM), fueron registradas localidades de acuerdo a comunicaciones personales, y finalmente se realizó una revisión bibliográfica para llevar a cabo una relación de las localidades geográficas registradas.

La siguiente relación de claves nos permite identificar el origen del registro geográfico correspondiente.

#### Cuadro 8.6 Fuente de los registros.

Fuente:	Código
United State National Museum	USNM
Museum of Academic of Nat. Sciences of Philadelphia	MANSF
Allan Hancock Foundation	AHF
Colección carcinológica del Instituto de Biología	CCIB
Resultados Programa Langostino	RPL
Comunicación personal	CP
Referencia bibliográfica	RB

Cuadro 8.7a Registros geográficos en México I.

Estado	Localidad	Autor(es)	Año	Fuente
B. California	R. Mulegé	Lockington	1878	RB
	"	Bouvier	1895	RB
	"	Schmitt	1924	RB
	"	Holthuis	1952	USNM
	La Paz	Holthuis	1952	USNM
	"	Rodriguez	1968	RB
Sonora	L. Yavaros	S/D	1969	CCIB
Sinaloa	Mazatlán	Schmitt	1933	RB
	"	Holthuis	1952	USNM
	Col. Urias	Peláez	1940	CCIB
	Los Cocos	Rodriguez	1968	RB
	A. Jabalines	Ocegueda	1976	RPL
	R. Presidio	Rodriguez	1968	RB
	L. Tellerias	Peláez	1940	CCIB
	L. Caimanero	Cruz	1969	CCIB
	T. Botadero	S/D	S/D	CCIB
	Esquinapa	Flores y Diaz	1964	CCIB
Rosario	Holthuis	1952	USNM	
El Verde	Hendrickx <u>et al</u>	1984	RB	
Nayarit	San Blas	Juárez	1964	CCIB
	"	Gaviño y Juárez	S/D	CCIB
	Mexcaltitlán	Martínez y Chávez	1974	CCIB
	Las Gatas	S/D	1963	CCIB
Jalisco	R. Cihuatlán	Guzmán	1970	RPL
Colima	R. Tecomán	García Cubas	1954	CCIB
	L. San Pedrito	Guzmán	1970	RPL
	El Tecuanillo	Guzmán y Ortega	1984	RPL
	L. Potrero Gde.	Guzmán y Ortega	1984	RPL

Cuadro 8.7b Registros geográficos en México II.

Estado	Localidad	Autor(es)	Año	Fuente
Michoacán	P. La Villita	Martínez y Chávez	1973	CCIB
	R. Balsas	Rosas	1974	CP
	L. Cárdenas	Guzmán	1976	RPL
	R. Chuta	Guzmán	1976	RPL
Guerrero	L. Coyuca	Mendoza y Márquez	1973	CCIB
	"	Expedición ZACA	1946	AHF
	"	Ramírez	1952	RB
	R. Coyuca	Guzmán	1976	RPL
	L. Tres Palos	Ramírez	1952	RB
	"	Román	1979	RB
	L. Apozahualco	Stuardo <u>et al</u>	1974	RB
	L. Chautengo	Stuardo <u>et al</u>	1974	RB
	"	Román	1979	RB
	L. Mitla	Stuardo <u>et al</u>	1974	RB
	"	Román	1979	RB
R. La Unión	Guzmán	1976	RPL	
A. Aguas Blancas	Guzmán	1976	RPL	
Oaxaca	Tangola Bay	Allan Hancock Exp.	1933	AHF
	Huilotepec	Martínez <u>et al</u>	1973	CCIB
	L. Occidental	Chávez	1979	RB
	L. Oriental	Chávez	1979	RB
	R. Grande	Armengol	1986	CP
Chiapas	R. Coatán	Gutierrez	1970	CCIB
	Buena Vista	Chapa	1964	RB
	Pl. Luqueño	Chapa	1964	RB
	Tonalá	Chapa	1964	RB
	Pto. Madero	Guzmán	1977	RPL

Cuadro 8.8 Registros geográficos en otros países.

Pais	Localidad	Autor(es)	Año	Fuente
Guatemala	R. Naranjo	Holthuis	1952	USNM
	R. Ocosito	Holthuis	1952	USNM
	R. Maria Linda	Holthuis	1952	USNM
	R. Aguacapa	Holthuis	1952	USNM
	R. Esclavos	Holthuis	1952	USNM
	Chiquimulilla	Holthuis	1952	USNM
El Salvador	R. Lempa	Holthuis	1952	USNM
	Chagal	Holthuis	1952	USNM
	Chacalin	Holthuis	1952	USNM
	R. San Antonio	Sánchez	1975	RB
Honduras	Choluteca	Holthuis	1952	USNM
	R. Pedregal	Holthuis	1952	USNM
Nicaragua	W. Nicaragua	Kingsley	1882	RB
	R. Morazan	Guzmán	1980	RPL
	Polvón *	Schmitt	1871	RB
Costa Rica	P. Culebra	Allan Hancock Exp.	1933	AHF
	R. Copey	Alpirez	1985	RB
	R. Chires	Alpirez	1985	RB
	R. D. Maria	Alpirez	1985	RB
Panamá	Panamá	Sharp	1893	MANSP
	Pinas Bay	Coventry	1944	RB
	R. Chame	Holthuis	1952	USNM
	Chorrera	Holthuis	1952	USNM
	Paraiso	Holthuis	1952	USNM
	Pedro Miguel	Holthuis	1952	USNM
	Corozal	Holthuis	1952	USNM
	Panamá	Holthuis	1952	USNM
	Campana-Venta	Holthuis	1952	USNM
	R. Morte Arnode	Holthuis	1952	USNM
	R. Juan Díaz	Holthuis	1952	USNM
	El Capitán	Holthuis	1952	USNM
	R. Calabrè	Holthuis	1952	USNM
Colombia	R. San Juan	Holthuis	1952	USNM
	Magdalena	Holthuis	1952	USNM
	R. Telembi	Holthuis	1952	USNM
Ecuador	Guayaquil	Von Martens	1869	RB
	Chone	Holthuis	1952	USNM
	Porto Viejo	Holthuis	1952	USNM
Perú	R. Chira	Holthuis	1952	USNM

De acuerdo a Holthuis (1952), Sharp menciona su registro como perteneciente a *M. acanthurus*, al igual que el de Von Martens quien lo refiere como *M. panamense*, habiendo revisado el material, Holthuis (Op.cit.) lo considera como *M. tenellum*. El registro de Polvón (\*) corresponde a la localidad tipo de la especie.

### 8.2.3 Distribución y abundancia.

En las serie de mapas de las figuras 8.12a y 8.12b, se muestra el patrón de comportamiento en la distribución y abundancia del langostino *M. tenellus*, en la Laguna de Tres Palos. En los tres primeros meses (enero a marzo), la abundancia es baja, concentrándose en torno a la entrada del canal (al Sur sureste de la laguna) y en la parte Norte, notándose una ruta de migración que va del Sur sureste al Nor noroeste de la laguna, a lo largo de la línea de costa. A partir del mes de abril se incrementa alcanzando las abundancias máximas en los meses de mayo a julio, la ruta de migración cambia del Sureste al Noroeste. La abundancia disminuye el resto del año y los patrones de distribución tienden a homogenizarse en el cuerpo de la laguna, con excepción de las partes más profundas.

En el mapa de la figura 8.13a, se observa el patrón de comportamiento anual, el cual mantiene en general un patrón de su abundancia en isolíneas paralelas a la línea de costa. Las partes profundas de la laguna son las menos densas, encontrándose la mayor concentración de organismos en la parte norte de la laguna que corresponde al estrato de la zona rocosa-profunda (mayor de 2 m), con sedimentos areno-limosos.

Realizando un análisis factorial de cumulos (figura 8.13b y 8.13c), utilizando un algoritmo de distancia euclidiana, para ver el grado de asociación entre las diversas estaciones, en función de la abundancia mensual de organismos, se obtuvo el mapa B y la figura C. de la figura 8.13. El patrón coincide en ambos mapas (A y B), reflejándose en la porción Norte de la laguna la mayor concentración de organismos (Nodo 6.30), y el comportamiento del patrón de distribución a lo largo de la laguna siguiendo su eje mayor. Este patrón debe ser producto del movimiento de las masas de agua, producido por los vientos dominantes del Verano (Epoca de mayor abundancia de organismos).

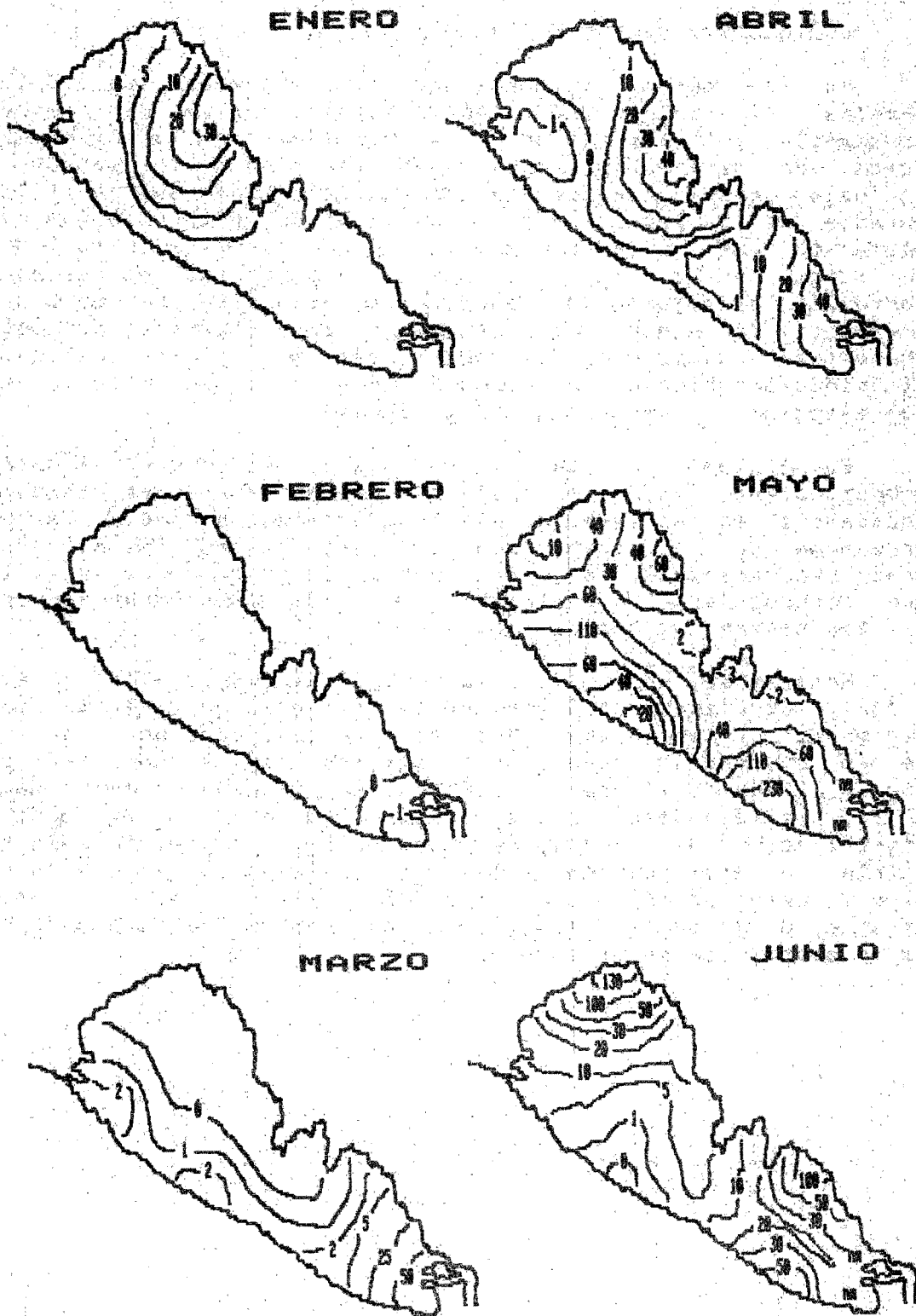


Fig. 8.11 Patrones de distribución y abundancia de *N. tenellus* en la Laguna de Tres Palos.

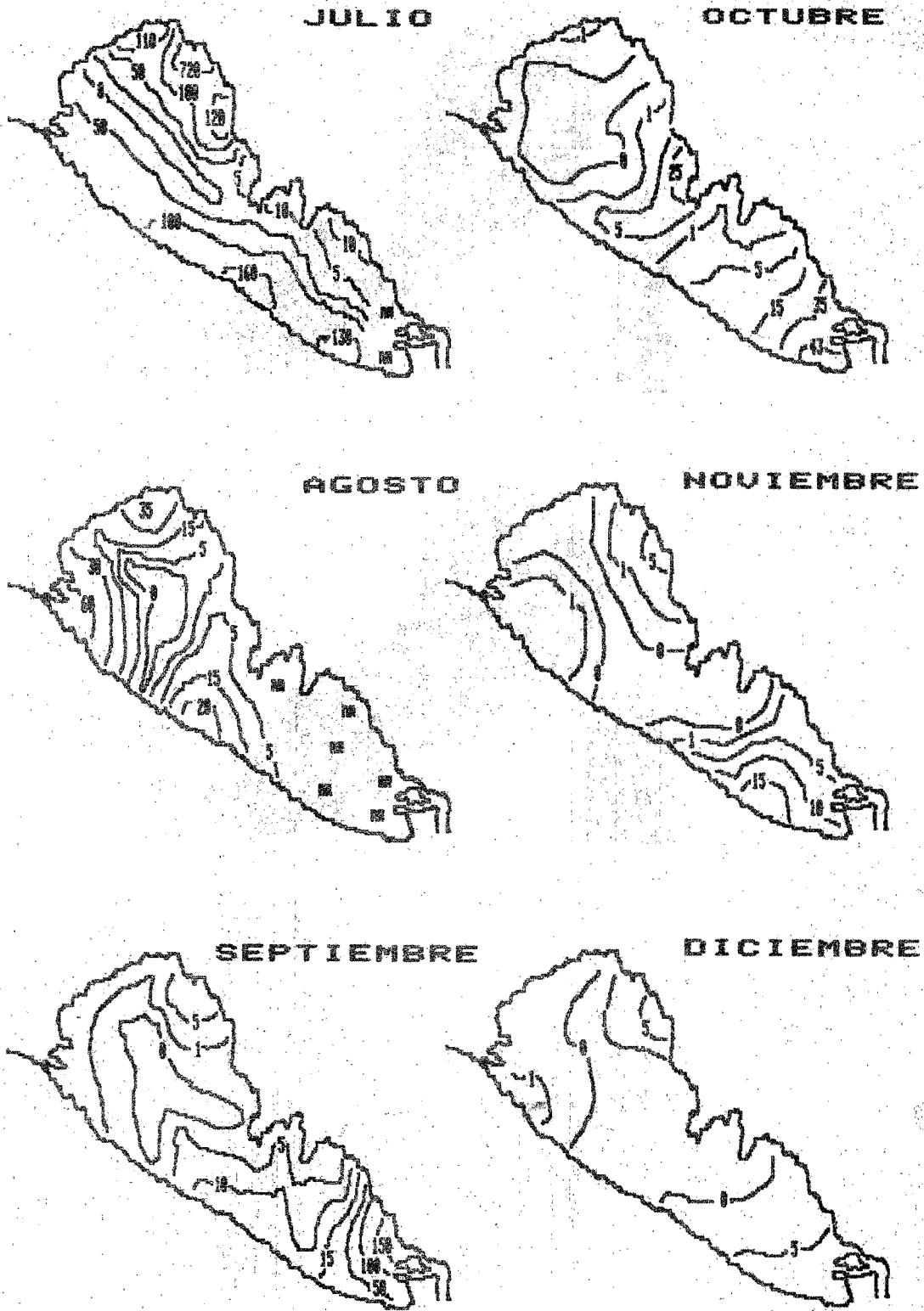


Fig. 8.12 Patrones de distribución y abundancia de *N. tenellus* en la Laguna de Tres Palos.



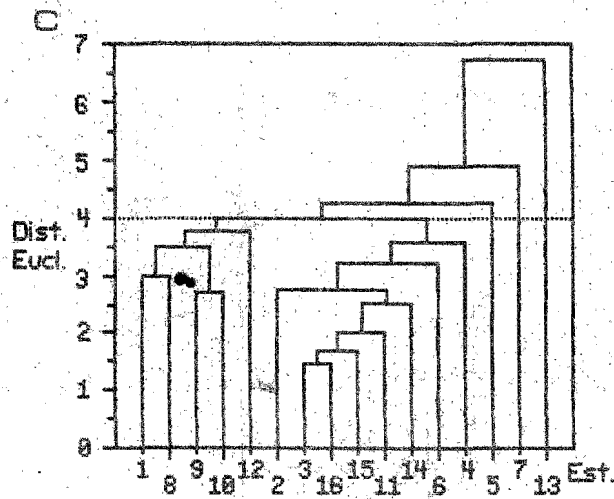
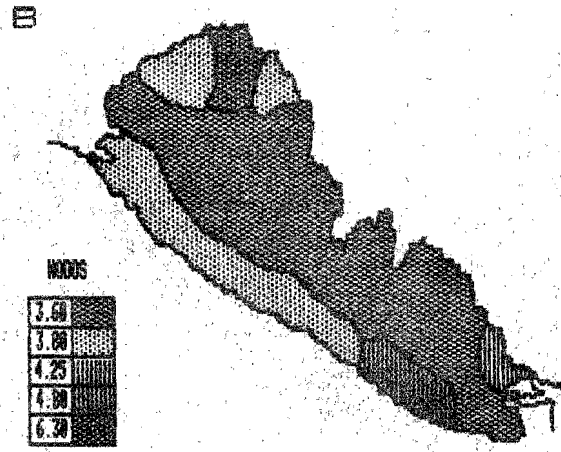
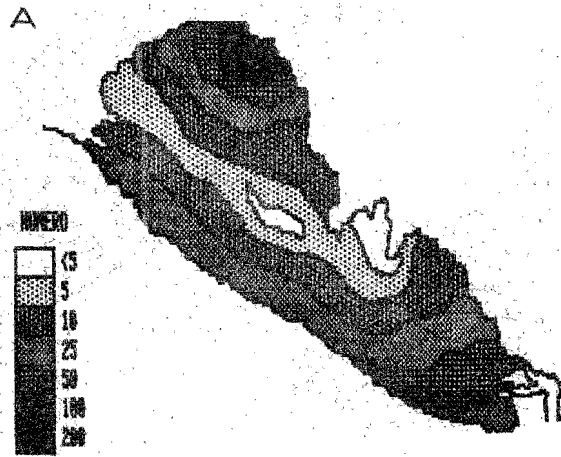


Fig. 8.13 Abundancia y distribución anual de *M. tenellum* en la Laguna de Tres Palos.

- A Patrón anual (Isolíneas)
- B Patrón anual (Distancia euclidiana)
- C Asociación entre estaciones.

### 8.3 Ecología.

En el tema de ecología se analizan las relaciones entre la biomasa (gr) del langostino *M. tenellum* con los diversos parámetros ambientales y tipos de sedimento, así como la abundancia temporal de las especies más representativas de la laguna en relación al langostino *M. tenellum*, tanto peces como crustáceos y moluscos. Las condiciones ambientales, donde fueron encontrados los organismos parasitados de esta especie por el Isópodo *Bopyrus pandalicola*.

#### 8.3.1 Relaciones ambientales y granulométricas.

Para cada uno de los meses de estudio (enero-noviembre de 1981), fueron determinados el valor medio mensual de las siguientes variables: biomasa total; biomasa juveniles; biomasa hembras; biomasa machos; insolación; precipitación; nivel de la laguna; profundidad; temperatura; salinidad; oxígeno y turbidez.

La biomasa total fluctuó de 11.2 gr. a 209,815.90 gr. con una media de 29,793.07 y con una desviación estandar de 58,041.018. Los juveniles tuvieron una biomasa mínima de 5 gr y máxima de 105,222 gr., una media de 15,062 y una desviación de 29,109. La biomasa de las hembras varió de 18 a 39,830 gr. con una media de 6,853 y con una desviación de 10,995.971. En los machos la biomasa varió de 5 a 64,764 gr. con una media de 8,500 y una desviación de 17,992.035.

El primer análisis consistió en determinar para cada una de las formas vitales, el valor ponderado de cada una de las variables ambientales del agua siguientes: profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno y turbidez. Los juveniles se encuentran en profundidades menores (1.75 m), seguido de las hembras (2.25 m) y de los machos (2.30 m). Respecto a la temperatura requieren aguas más frescas (29.8 C), que las hembras y los machos (30.9 y 31.1 C), respecto a la salinidad los requerimientos de los juveniles son más elevados (4.19 o/oo) respecto a las hembras y los machos, cuyos valores son semejantes (3.94 y 4.02). Algo parecido ocurre con el Oxígeno donde los juveniles presentan 5.95 ppm. y en las hembras y machos sus valores son similares con 4.88 y 4.98 ppm, finalmente la turbidez para los juveniles es menor con 30.13 cm. que para hembras y machos, la cual es de 31.36 y 32.06 cms.

Se realizó una transformación lagaritmica de los valores originales y se realizó una matriz de correlaciones parciales, donde se observa que las variables insolación, precipitación y temperatura mantienen las correlaciones más altas con las diversas biomazas, fluctuando entre 0.495 a 0.817, valores bajos de correlación se presentan con la salinidad, variando entre 0.383 y 0.404, las correlaciones negativas se presentan con el nivel de la laguna, la profundidad, el oxígeno y la turbidez variando de -0.329 a -0.408, el caso de la profundidad la correlación es nula.

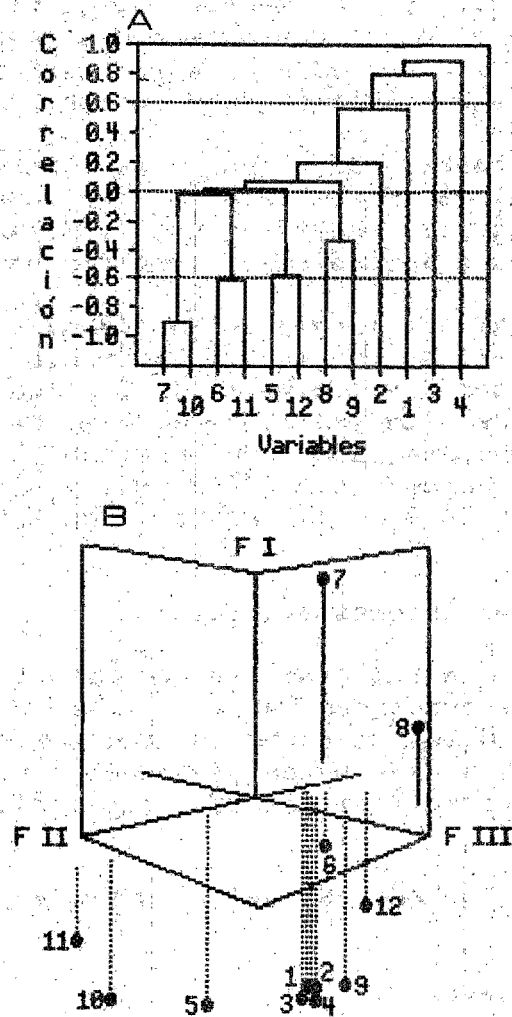
Partiendo de la semimatriz se realizó un análisis de Cúmulos con las 12 variables mencionadas. Se utilizó el método del promedio de Sneath y Sokal (1963). Dicho análisis queda representado por la figura 8.14a. A partir del valor 6 de la correlación  $-0.6$ , se forman tres grupos definidos; el primero formado por la salinidad y el nivel de la laguna, el segundo por la precipitación y el oxígeno, la tercera por la insolación y la turbidez, estas correlaciones son medias y negativas. Para la correlación  $0.0$  se mantiene el mismo patrón de tres grupos, para la correlación  $0.6$  positiva se observa la estrecha relación entre las diversas biomasa, siendo mayor entre hembras y machos y esta a su vez con los grupos anteriores.

Se realizó un análisis factorial (Fig. 14b), en el cual se identifican los tres primeros factores: el primer factor se identifica como nivel de la laguna y profundidad (positivo), y precipitación (negativo). El segundo factor esta representado por la insolación, salinidad y oxígeno (positivo), el nivel de la laguna y la profundidad (negativo) para el tercer factor esta dado por la temperatura, turbidez (positivo), la biomasa de todas las formas vitales da un mayor peso al primer factor en su parte negativa, la posición de la biomasa esta asociada a la precipitación, temperatura y turbidez, la biomasa comparte también una parte positiva del factor 3 y una negativa del factor 2. El oxígeno, la salinidad y la insolación se asocian en la parte positiva del factor 2 y negativa del factor 1, integrando un grupo diferente al formado por la biomasa y las variables asociadas. Estas relaciones ratifican lo observado en las correlaciones individuales y en el análisis de cúmulos.

Utilizando los valores transformados se desarrolla una correlación lineal múltiple entre los valores de las variables ambientales y la biomasa para hembras y machos. En el cuadro 8.9 se presentan los resultados.

**Cuadro 8.9 Coeficientes de regresión múltiple entre biomasa y variables ambientales.**

C. Beta	Hembras	Machos
B <sub>0</sub>	16.826	16.245
B <sub>1</sub>	25.680	11.911
B <sub>2</sub>	1.658	1.603
B <sub>3</sub>	16.972	13.806
B <sub>4</sub>	- 6.647	- 5.656
B <sub>5</sub>	-40.174	-30.471
B <sub>6</sub>	28.169	24.176
B <sub>7</sub>	- 2.343	- 1.362
B <sub>8</sub>	2.662	4.398
r	0.831	0.819
E.E.	0.667	0.561
D.W.	2.943	2.973
F	4.683	4.364



**Fig. 8.14 Asociación factorial entre Biomasa y variables ambientales.**

**A** Análisis de cumulos  
**B** Análisis de componentes

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1 Biomasa total   | 7 Nivel       |
| 2 Biomasa jóvenes | 8 Profundidad |
| 3 Biomasa hembras | 9 Temperatura |
| 4 Biomasa machos  | 10 Salinidad  |
| 5 Insolación      | 11 Oxígeno    |
| 6 Precipitación   | Turbidez      |

Para ambas correlaciones el valor es alto y positivo, para hembras es de 0.831 y en machos de 0.819. Aceptándose la correlación múltiple a un grado de significancia de  $\alpha = 0.0446$  para las hembras y de  $\alpha = 0.0518$  para los machos, rechazándose la hipótesis nula de la ausencia de correlación.

Con las diferentes ecuaciones de correlación múltiple y dentro de los límites de los valores observados de las variables ambientales es posible realizar una simulación y predecir la biomasa esperada, para determinadas condiciones ambientales.

Las preferencias del langostino *M. tenellus* para los diversos tipos de sedimentos a lo largo de un ciclo anual en orden de importancia son: arcilla limosa 60.47 %, limo arcilloso 18.46 %, arena 12.09 %, arena limo arcillosa 8.98 %. La preferencia por la arcilla limosa es muy marcada, representa el 26.18 % del fondo de la Laguna de Tres Palos con 1,224.78 Ha. El limo arcilloso es el más abundante con un 51.83 % del fondo y con 2,424.70 Ha.

### 8.3.2 Relaciones interespecíficas.

En particular se han analizado en este tema, las relaciones que existen entre el comportamiento en la abundancia a lo largo de un ciclo anual de aquellas especies dominantes, tanto peces como crustáceos con las cuales se encuentra asociado el langostino *M. tenellus* en la Laguna de Tres Palos, y son incluyendo a esta:

#### Cuadro 8.10 Especies dominantes en la Laguna de Tres Palos.

A <i>Mugil curema</i>	Lisa
B <i>Diapterus peruvianus</i>	Mojarra blanca
C <i>Galeichthys caeruleus</i>	Cuatete
D <i>Centropomus robalito</i>	Robalo
E <i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Mojarra Charra
F <i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia
G <i>Macrobrachium tenellum</i>	Langostino
H <i>Penaeus vannamei</i>	Camarón blanco

#### Peces:

En cuanto al número de individuos, corresponde el mayor número a la Mojarra Charra con 94,056 y el menor al robalo con 3,005 ejemplares.

En la figura 8.15a (A-E), se observa gráficamente el comportamiento de la abundancia relativa de estas especies a lo largo de un ciclo anual, representado semanalmente. De estas gráficas se desprende que hay especies como la Lisa, que esta presente en la mayor parte del año (semanas 2-44), al igual que la Mojarra blanca (semanas 2-39), tres especies se presentan en la primera mitad del año; el Cuatete (semanas 2-24),

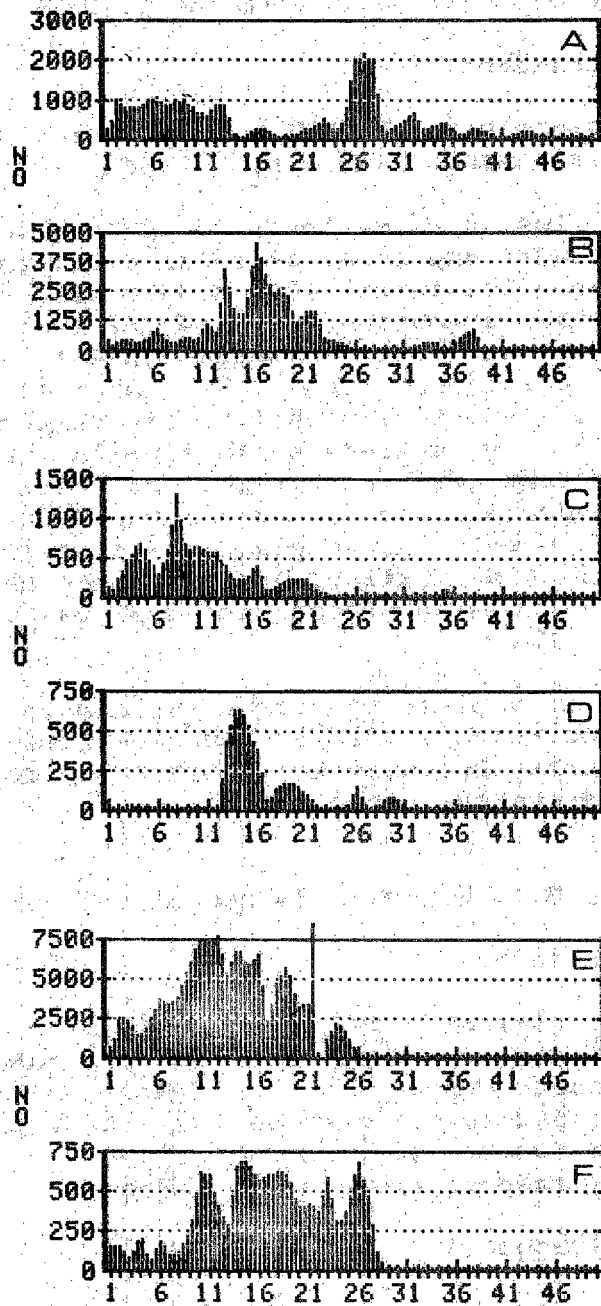


Fig. 8.15a Abundancia relativa semanal de peces en la Laguna de Tres Palos.

A <i>Mugil curema</i> ;	Lisa
B <i>Diapterus peruvianus</i> ;	Mojarra blanca
C <i>Galeichthys caerulescens</i> ;	Cuatete
D <i>Centronnus robalito</i> ;	Robalo

la Mojarra Charra (semanas 2-26) y la Tilapia (semanas 1-28), el Robalo se encuentra en forma irregular presentando un mayor período hacia la mitad del año (semanas 13-26).

#### Macroinvertebrados:

El langostino con 135,276 individuos, presenta una mayor abundancia que el camarón blanco con 47,862 individuos.

Comparando los dos sistemas, captura comercial y colecta científica, mediante dos artes de pesca distintos; atarraya y red de arrastre. Se obtuvieron los siguientes resultados: con el primer sistema el langostino presenta una mayor abundancia hacia la segunda parte del año (semanas 23-44), el Camarón blanco presenta dos períodos, con una abundancia inversamente proporcionales a los del langostino, el primero a principios del año (semanas 2-9) y el segundo hacia finales (semanas 40-47), con capturas esporádicas en los tiempos intermedios. Con el segundo sistema, el comportamiento es similar para el camarón, para el langostino se presenta un desplazamiento hacia el principio del año, (semana 12 a 18), extendiéndose un poco más hacia el fin de año (semana 48). Las gráficas comparativa se presentan en la figura 8.14b (G y H).

Se realizó un análisis factorial de cumulos, para establecer el grado de asociación entre los macroinvertebrados presentes en las cuatro lagunas estudiadas (Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo), las especies fueron:

#### Cuadro 8.11 Especies de macroinvertebrados.

##### Crustáceos:

1	<i>Macrobrachium tenellum</i>	Langostino
2	<i>Penaeus stylirostris</i>	Camarón café
3	<i>Penaeus vannamei</i>	Camarón blanco
4	<i>Penaeus californiensis</i>	Camarón azul
5	<i>Callinectes toxotes</i>	Jaiba
6	<i>Callinectes arcuatus</i>	Jaiba

##### Moluscos:

7	<i>Mytella strigata</i>	Mejillón
8	<i>Tagelus longicinctus</i>	Navaja
9	<i>Crassostrea cortesiensis</i>	Ostión
10	<i>Iphigenia altior</i>	Almeja
11	<i>Felaniella seriata</i>	Almeja

En el diagrama de cumulos de la figura 8.16a se observan las siguientes asociaciones, a un coeficiente de correlación de 1.0 se encuentra el grupo 1: con *M. tenellum* y *P. vannamei*, el grupo 2: con *C. arcuatus* y *T. longicinctus*, el grupo 3: con *C. cortesiensis* y *I. altior*.

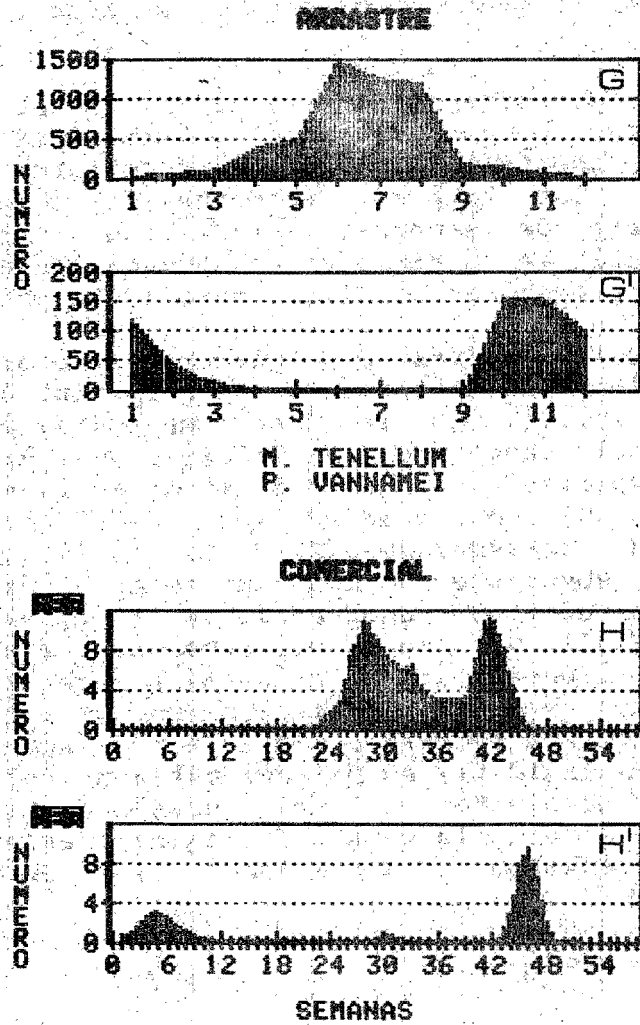


Fig. 8.15b Abundancia relativa semanal de crustáceos en la Laguna de Tres Palos.

G y G' *Macrobrachium tenellum*;  
H y H' *Penaeus vannamei*;

Langostino  
Camarón blanco

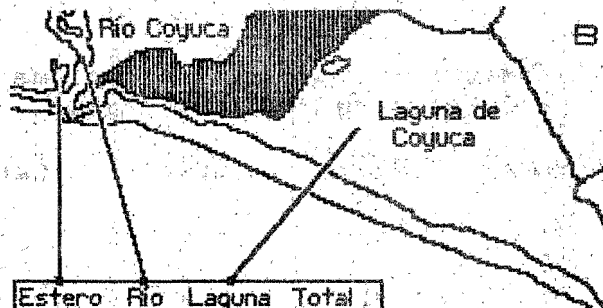
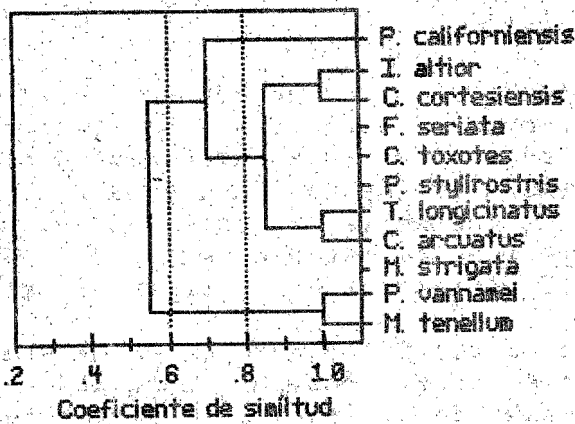


A un nivel de 0.85, el grupo 4 se encuentra asociado a los grupos 2 y 3 antes mencionados, junto con *P. stylirostris*, *C. toxotes* y *F. serrata*. *P. californiensis* se asocia al grupo 4 a un nivel de 0.70, formando el grupo 5, el grupo 1 se asocia al grupo 5 a un nivel de 0.55.

Finalmente *M. strigata*, es la especie menos afin, ya que se asocia al último grupo a un nivel de 0.56. Esta asociación esta determinada fundamentalmente por los distintos comportamientos hidrológicos de las lagunas, anteriormente comentados, pero en general se trata de especies eurihalinas, las cuales usan la laguna en una parte de su ciclo vital, aún cuando algunas de ellas son habitantes permanentes de ellas, como los propios langostinos.

Las diversas especies del género *Macrobrachium*, mantienen patrones definidos de distribución en una misma área, en la cual comparten el habitat. En la zona comprendida por la Laguna de Coyuca, el Canal Lagartero, el Estuario y el Rio de Coyuca, se encuentran 5 especies de *Macrobrachium*: *M. tenellum* (58.20 %), *M. digueti* (18.40 %), *M. acanthochirus* (15.02 %), *M. americanum* (6.20 %) y *M. occidentale* (2.18 %) (Villalobos 1982). El langostino más abundante y más ampliamente distribuido es *M. tenellum* presenta una mayor dominancia en la laguna (20.70 %) y en el estuario (21.00 %), en el rio presenta una abundancia menor (16.50 %). *M. digueti*, es la otra única especie presente en la laguna (1.10 %), y es la especie más dominante en el rio (17.30 %), seguido de *M. acanthochirus* (15.02 %), *M. americanum* (6.20 %) y *M. occidentale* (2.18 %), estos tres últimos exclusivos del rio. Respecto a los ambientes: el rio presenta las cinco especies (57.20 %) de la abundancia total, la laguna presenta dos especies (21.80 %) *M. tenellum* y *M. digueti* y el estuario solo a *M. tenellum* (21.00 %).

A  
Macroinvertebrados



Estero	Rio	Laguna	Total	
21.00	16.50	20.70	58.20	M. tenellum
-	17.30	1.10	18.40	M. digueti
-	15.02	-	15.02	M. acanthochirus
-	6.20	-	6.20	M. americanum
-	2.18	-	2.18	M. occidentale
21.00	57.20	21.80	100.00%	

Fig. 8.16 Asociación entre macroinvertebrados.

A Asociación factorial de cúmulos  
B Especies de *Macrobrachium*

## 8.3.2 Parásitos.

Fue registrada la presencia del parásito *Probopyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridae) en el langostino *Macrobrachium tenellus*, en cuatro de las zonas de estudio: El Estuario del Rio Balsas, la Laguna de Coyuca, la Laguna de Tres Palos y la Laguna de Chautengo. La presencia del parásito fue registrada a lo largo de todo el periodo de estudio (de 1975 a 1981) y comprendio una colección de 112 ejemplares parasitados de ambos sexos.

Para cada estación de colecta en general fueron registrados los datos biométricos (Número, longitud y peso), así como los principales parámetros ambientales, tales como salinidad, oxígeno, temperatura, pH, y profundidad.

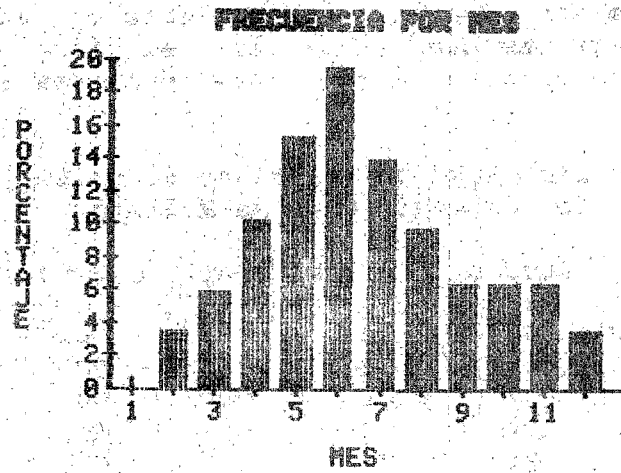
Cuadro 8.12 Frecuencia de aparición por mes y localidad del parásito *P. pandalicola*.

Meses	Coyuca	T.Palos	Chaut.	L.Card.	Total
Ene	--	--	--	--	00
Feb	02	--	--	--	02
Mar	--	01	--	--	01
Abr	02	--	--	04	06
May	62	06	--	--	68
Jun	--	--	--	--	45 *
Jul	20	02	--	--	22
Ago	--	01	--	--	01
Sep	--	02	--	--	02
Oct	--	03	--	--	03
Nov	--	01	--	--	01
Dic	--	--	02	--	02
Total	90	16	02	04	153

\* Dato interpolado

Cuadro 8.13 Frecuencia de aparición total del parásito *P. pandalicola*.

Mes	No	CPUE	Media 3	%
Ene	--	---	---	---
Feb	02	2.0	1.0	03.5
Mar	01	2.1	1.7	05.9
Abr	06	2.0	2.9	10.1
May	68	5.7	4.4	15.3
Jun	45	5.7	5.6	19.4
Jul	22	1.0	2.8	13.9
Ago	01	1.0	2.8	09.7
Sep	02	2.0	1.8	06.3
Oct	07	2.3	1.8	06.3
Nov	01	1.0	1.8	06.3
Dic	02	2.0	1.0	03.5



**Fig. 8.17** Frecuencia de aparición porcentual por mes del parásito *P. pandalicola*.

### Distribución de frecuencias:

Las Lagunas de Tres Palos y Coyuca mantienen una distribución normal en sus distribuciones de frecuencia por talla, en Tres Palos, la moda está desplazada hacia las tallas mayores, en Chautengo y Lázaro Cárdenas se colectaron únicamente 2 y 4 ejemplares respectivamente, en la tabla siguiente se presentan las distribuciones de frecuencia para cada localidad y el total:

**Cuadro 8.14 Distribución por clase de talla y localidad de los organismos parasitados.**

Clase	Coyuca	T.Palos	Chaut.	L.Card.	Total
26 - 30	02	00	00	00	02
31 - 35	09	00	00	00	09
36 - 40	14	01	00	00	15
41 - 45	24	03	01	01	29
46 - 50	21	03	01	02	27
51 - 55	10	02	00	00	12
56 - 60	03	01	00	00	05
61 - 65	02	01	00	01	04
66 - 70	02	04	00	00	06
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>15</b>	<b>02</b>	<b>04</b>	<b>109</b>
<b>Media</b>	<b>43.7</b>	<b>52.7</b>	<b>44.5</b>	<b>50.0</b>	<b>45.0</b>
<b>DS</b>	<b>8.05</b>	<b>10.24</b>	<b>2.12</b>	<b>7.16</b>	<b>8.82</b>
<b>Mínimo</b>	<b>28.0</b>	<b>38.0</b>	<b>43.0</b>	<b>43.0</b>	<b>28.0</b>
<b>Máximo</b>	<b>65.0</b>	<b>67.0</b>	<b>46.0</b>	<b>60.0</b>	<b>67.0</b>

Nota: En la Laguna de Coyuca 3 ejemplares y en la de Tres Palos 1, no fueron medidos por incompletos.

En el cuadro siguiente se pueden observar los valores en milímetros para la media y la moda obtenidos para las diferentes lagunas. Los intervalos de longitud van de los 25-30 mm a los 65-70 mm:

**Cuadro 8.15 Valores estadísticos por localidad de la longitud de organismos parasitados.**

Localidad	Media	Moda
Coyuca	43.6	43.0
Tres Palos	52.7	49.0
L. Cárdenas	50.0	47.0
Chautengo	44.5	42.5
<b>Total</b>	<b>45.2</b>	<b>42.5</b>

Los organismos colectados en la Laguna de Tres Palos presentan la longitud media y la moda mas alta, seguido de los colectados en Lázaro Cárdenas, las mas bajas las presentan los organismos de Chautengo y de Coyuca.

La presencia del parásito sugiere la incidencia del parásito en el huésped en edad temprana, haciéndose evidente cuando el organismo tiene de 20-30 mm de longitud total, esto no es frecuente en las capturas debido a la selectividad de las artes de pesca, pero existe la posibilidad de encontrarlo aún en talla menores. El promedio de la talla media (45.2 mm) y la talla modal (42.5 mm) difieren ligeramente para todas las localidades de colecta. Las tallas máximas varían de 46 a 66 mm, con una media de 67 mm, la talla de 46 mm solamente se encontró para un individuo en una localidad (Chautengo), por lo cual este dato no es muy representativo. El resto de las localidades presentan entre los intervalos de 60-70 mm, lo que indica que las expectativas de vida de los organismos parasitados esta en torno a este limite, en ningun caso fue encontrado el parásito en organismos en estadios reproductores.

#### Frecuencia de aparición:

Los valores observados de todas las localidades se integraron en un solo ciclo anual, fueron analizados como captura total, estandarizandose posteriormente como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CPUE = Ct / ft \quad (8.02)$$

Donde (Ct) es la captura total para una unidad de tiempo (t), y (ft) es el esfuerzo de pesca en la unidad de tiempo (t) y es considerada como el número de lances u operaciones de pesca realizadas en la unidad de tiempo. Dado que existieron dos sistemas de pesca, atarraya y chinchorro, se tomo como unidad de esfuerzo, el número total de lances de atarraya por estación de muestreo, y el chinchorro como lance único.

Considerando a la Captura por Unidad de Esfuerzo como un indice de abundancia relativa, fuè la laguna dde Coyuca la que mayor abundancia presento de organismos parasitados, siguiendo a continuación Lázaro Cárdenas.

Al graficarse estos datos se encontró un período de mayor incidencia del parásito, el cual va de abril a julio, con una mayor frecuencia en el mes de junio, esta temporada corresponde a la época tardía de estiaje de la región. poco antes del inicio del período de lluvias.

Si bien la información se manejó como promedio, se observa que la época de mayor incidencia del parásito es en la época de estiaje (sequía), en ella se presenta la mayor incidencia de organismos parasitados, esta temporada se caracteriza en las

lagunas estudiadas, por una temperatura y salinidad más elevadas, condiciones previas al inicio de la época de lluvias y presumiblemente las más críticas para la población del langostino *M. tenellus*.

#### Parámetros ambientales.

Se relaciona la abundancia de los organismos parasitados, con los parámetros ambientales, particularmente la salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y pH. El primer tipo de análisis fue determinar el rango del parámetro donde se encontró al parásito y el intervalo donde fue encontrada la mayor frecuencia de incidencia del parásito y la media estadística del parámetro, como resultado del análisis se obtuvo el siguiente cuadro:

**Cuadro 8.16 Parámetros ambientales en relación a la abundancia del parásito.**

Parámetro	Intervalo	Media
Salinidad	01.00-01.90	01.56
Oxígeno	03.60-09.00	06.21
Temperatura	31.10-31.90	31.50
pH	07.00-07.90	06.90

Analizando el coeficiente de variación, se observó que el valor más bajo fue el de la temperatura con 5.39% siguiéndole el pH con 11.49%, el oxígeno con 24.99% y finalmente la salinidad con el 66.18%.

Se desarrollaron regresiones potenciales entre las variables ambientales y la abundancia de los organismos parasitados de la forma:

$$Y = a X^b \quad (8.03)$$

Encontrándose los siguientes valores de correlación para cada uno de los parámetros:

**Cuadro 8.17 Correlación entre parámetros ambientales y abundancia del parásito.**

Parámetro	Correlación
Salinidad	-0.645
Oxígeno	0.268
Temperatura	0.348
pH	-0.997

La mayor correlación aún cuando negativa fue con el pH, seguido de la salinidad, para el oxígeno y la temperatura sus correlaciones son bajas y positivas, aún cuando significativas.

Las distribuciones de frecuencia en relación a cada uno de los parámetros ambientales, indican el rango de variación del fenómeno respecto al factor ambiental. Los valores de la media y moda indican los valores centrales de mayor frecuencia de la población parasitada para cada parámetro. El coeficiente de variación nos representa el grado de variación porcentual de la incidencia del parásito respecto al factor ambiental, siendo un indicador de probables soluciones sanitarias al problema del parásito en condiciones de cultivo.

Por ejemplo: respecto a la temperatura el coeficiente de variación es bajo (5.39 %) al igual que para el pH (11.49 %), no así para la salinidad (62.18 %) que es alto y para el oxígeno (24.99 %) es intermedio. Los rangos estrechos respecto a la temperatura y pH, por lo tanto variaciones amplias en estos parámetros en condiciones controladas, servirían como un método de control del parásito particularmente en sus etapas iniciales.

La correlación de los parámetros contra la frecuencia de organismos parasitados, nos sirve igualmente para establecer medidas sanitarias, por ejemplo existe una correlación negativa de la salinidad con la frecuencia del parásito, lo que sugiere que si se incrementa la salinidad puede llegarse a un control del parásito en sus etapas iniciales, lo mismo puede plantearse al incrementar el pH cuya correlación es alta y negativa. La realización de estudios experimentales podrán establecer con precisión estos aspectos.

#### Distribución corporal del parásito:

Se efectuaron diversos análisis estadísticos como Chi cuadrada y análisis de varianza (ANOVA) para establecer la existencia de diferencias entre ambos sexos parasitados y si la presencia del parásito en el lado derecho o izquierdo de la cámara branquial mantenía algún patrón determinado o simplemente es aleatoria, se analizó el cuadro a continuación:

Cuadro 8.18 Posición del parásito.

	Izquierdo	Derecho	Total
Machos	12	09	21
Hembras	36	56	92
Total	48	65	112



Para la prueba de Chi cuadrada se obtuvieron los resultados del cuadro que se presenta a continuación:

Cuadro 8.19 Prueba de Chi cuadrada.

		Exp.	$\chi^2$	gl	P(x)
Hembras	I-D	46.0	04.35	1.0	0.96
Machos	I-D	10.5	00.43	1.0	0.49
Izquierdo	M-H	24.0	10.00	1.0	1.0
Derecho	M-H	32.5	33.98	1.0	1.0
Sexos	M-H	55.0	42.04	1.0	1.0

I = Izquierdo, D = Derecho, M = Machos, H = Hembras

Con base en estos resultados se concluye que únicamente se acerca a la proporción 1:1 el caso de la posición del parásito en los machos, en el resto, de acuerdo al análisis no se matuvo esta proporción a un nivel de significancia de A (0.05). El análisis de varianza dió la siguiente tabla:

Cuadro 8.20 Prueba de ANOVA.

	SS	gl	F
Renglones	1260.55	1.00	9.53
Columnas	72.25	1.00	0.55
Error	132.25	1.00	----
Total	1464.75	----	----

De acuerdo con estos resultados las columnas, mantienen más la relación 1:1 que los renglones, lo que indica que la posición (izquierda-derecha) del parásito en el huésped, mantiene más esta relación que la presencia del mismo en los sexos, para un nivel de significancia de 0.05. Esto nos confirmó el análisis de Chi cuadrada.

La proporción sexual es muy marcada a favor de las hembras parasitadas dando una proporción de 4.24:1, hembras por macho. La diferencia entre la ubicación del parásito del lado derecho o izquierdo en la cavidad branquial, se mantiene más cercana a la proporción 1:1, en los machos que en las hembras, pero no hay indicios de que los parásitos tengan una preferencia por un determinado sexo. En poblaciones naturales la proporción sexual de los langostinos es a favor de las machos (Guzmán 1982). Villalobos (1980), reporta 86 organismos hembras parasitados (65.7 %) de una muestra de 131, incluyendo 11 machos.

## 8.4 Biología.

Dentro del tema de Biología, se revisan aspectos sobre la sexualidad, fecundidad, desarrollo larval, reproducción y alimentación.

### 8.4.1 Sexualidad.

En este inciso se analizan fenómenos biológicos tales como el dimorfismo y la madurez sexual, la proporción de sexos, el apareamiento y el desove de *M. tenellum*.

#### Dimorfismo sexual:

Existe un marcado dimorfismo sexual en el langostino *Macrobrachium tenellum*, en organismos adultos pueden separarse los sexos visualmente, Boschii (in Roman, 1979), los tipifica en caracteres permanentes y caracteres periódicos. Se han identificado los caracteres periódicos como los específicos de la época de reproducción (caracteres sexuales secundarios), por lo tanto podemos indicar a continuación las siguientes características morfológicas para cada sexo.

#### Caracteres constantes:

**Machos:** segundo par de pereópodos muy desarrollados, tan grandes como el cuerpo del organismo. Proportionalmente el cefalotórax más ancho. Gonoporo en la base del quinto par de coxopoditos. Alineación de los coxopoditos en líneas paralelas. Presencia del Apéndice masculina en el endopodito del segundo par de pleópodos.

**Hembras:** segundo par de pereópodos similares al resto. Gonoporo en la base del tercer par de coxopoditos. Alineación de los coxopoditos en forma de cono, con la parte más amplia hacia el abdomen. Placas tergo laterales (pleuras) de mayor tamaño.

#### Caracteres reproductivos:

**Machos:** aparentemente los machos no presentan caracteres de este tipo. La única característica es la gónada de color marrón, que se observa a través de la parte dorsal del cefalotórax.

**Hembras:** gónada de color verde olivo, con pigmentaciones, que al igual que el macho se observa a través del cefalotórax. A medida que la hembra madura sexualmente, se hace notoria la pigmentación de las placas tergo laterales (pleuras). Presencia de sedas ovigeras (vellosidades) en el endopodito y exopodito de los pleópodos. Presencia de huevecillos.

En las formas juveniles, es posible identificar el sexo a partir de tallas de 10 mm, utilizando para ello caracteres constantes tales como la posición del gonoporo, el apéndice masculina o el punto duro del primer somito abdominal de los machos (New y Singholka, 1984).

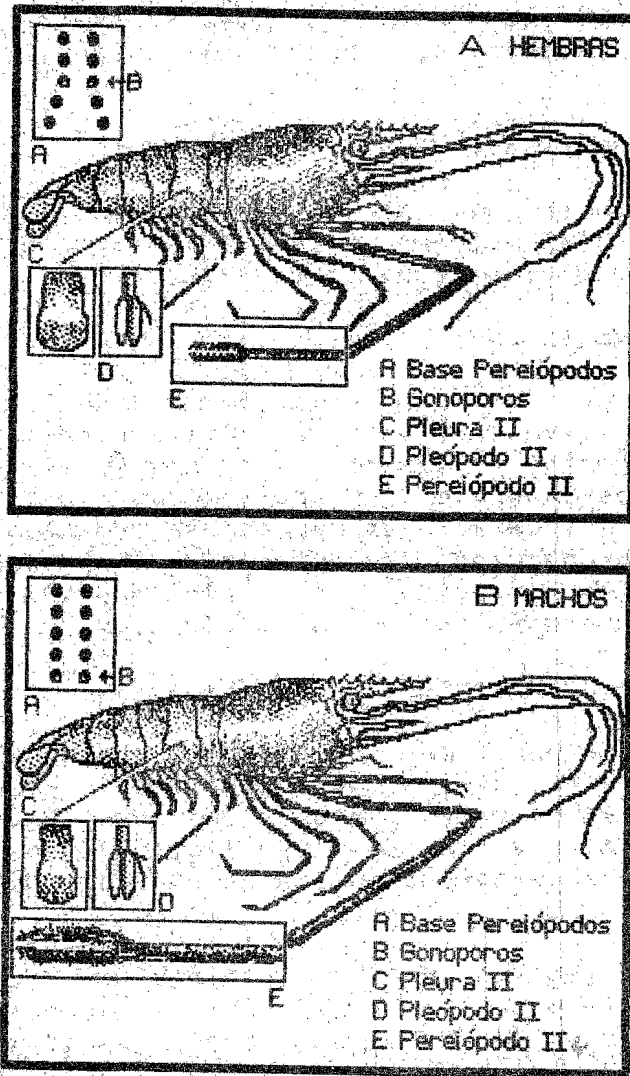


Fig. 8.18 Dimorfismo sexual en *M. tenellum*.

A Hembras  
 B Machos

En estudios sobre el dimorfismo sexual en *M. dayanum* y *M. lamarrei* (Koshy 1969 y 1971) analiza el número de dientes superiores e inferiores en el rostro no encontrando diferencias significativas entre ambos sexos. Al igual que en *M. tenellum* este autor encontró que los machos son mayores que las hembras. Realizando análisis de regresión múltiple entre diversas variables biométricas, encontró variaciones significantes entre las diversas longitudes del cuerpo y pereiópodos, que manifiestan un dimorfismo entre los sexos.

#### Madurez sexual:

Para la Laguna de Tres Palos Negrete (1977), Negrete y Guzmán (1978) registran hembras ovigeras de *M. tenellum*, desde los 62 mm de longitud total, mencionando una longitud promedio de hembras ovigeras para dos fechas dadas (29-09-75 y 17-10-75) de 71.9 mm y 85.9 mm. Para la Laguna de Mitla, Guzmán y Kensler (1978), reportan una longitud total de 45 mm. Román (1979) reporta hembras de 56 mm para la Laguna de Tres Palos. Cabrera *et al* (1979), en condiciones de laboratorio observó hembras ovigeras de 46 a 57 mm, provenientes del Río Balsas (La Villita), González (1979), reporta para la laguna de Tres Palos hembras con huevecillos de 29 y 35 mm. Martínez *et al* (1980), registra hembras ovigeras de 33.1 a 66.6 mm, en el sistema lagunar de Guerrero. Guzmán *et al* (1982) utilizando el criterio de Longitud Media o del 50 %, para hembras ovigeras, encontró diferencias significativas (0.05) entre las Lagunas de Tres Palos y la de Mitla, registrando dicha longitud en 93.2 y 98.3 mm para las estaciones Camalote y Papayo (Mitla) y 76.5 mm en Arenal (Tres Palos). Si bien la talla mínima es importante biológicamente, la talla del 50 % presenta una característica poblacional de la especie.

El tamaño en el cual las hembras alcanzan su madurez sexual, esta íntimamente ligado al tamaño medio de la población ya que se ha observado, que dependiendo de las condiciones medioambientales, la especie varía en su tamaño medio, por ejemplo los individuos de las poblaciones ripárias (estuarios de los ríos), tienden a ser de menor tamaño medio que las que viven en lagunas costeras.

En *M. acanthurus*, que es una especie muy cercana a *M. tenellum*, Martínez (1975), reporta hembras de 65 a 80 mm, Cabrera *et al* (1976) menciona que hembras de 20 a 40 mm de longitud ya participan en la reproducción, y Granados (1982) señala para esta especie a hembras ovigeras de 40 mm.

Durante el presente trabajo se presenta una escala de madurez sexual, dicha escala fue desarrollada por primera vez en algunos trabajos previos, (Guzmán, 1975, 1976 y 1977) realizando ligeras modificaciones, para finalmente adquirir la forma definitiva. La escala se aplica a las hembras, bajo el supuesto de que fenómenos biológicos y fisiológicos similares ocurren en los machos, para que al llegar la época de reproducción ambos sexos concurren simultáneamente a la reproducción.

### Estadio I. Juvenil.

Hembras jóvenes, ovario no visible. pleuras abdominales no pigmentadas. vellosidades de los pleópodos ausentes. Ausencia de huevecillos.

### Estadio II. Pre reproducción (preovigera).

Hembras en proceso de maduración. ovario visible de color verde oscuro, con pigmentos oscuros, ocupa desde una porción hasta la mayor parte del cefalotórax. Pleuras abdominales con pigmentación, dicha pigmentación es gradual y corresponde al proceso de madurez, en su inicio la pigmentación es suave y al término de la misma es muy marcada. pleópodos sin vellosidades. Huevecillos ausentes.

### Estadio III. Reproducción (ovigera).

Hembras portadoras de huevecillos. ovario no visible o en diversas etapas de desarrollo, color verde con pigmentación oscura. Pleuras abdominales con una pigmentación marcada. Pleópodos con vellosidades. Huevecillos presentes.

Subestadio A: hembras con huevecillos de color verde oscuro (similar al de la gónada), recién desovadas. Tegumento muy suave (recién mudado). El ovario no es visible.

Subestadio B: hembras con huevecillos que gradualmente pasan de color verde oscuro a verde amarillo, después pasan a etapas de color amarillo verdoso. El ovario no es visible.

Subestadio C: hembras con huevecillos de color amarillo. El ovario no es visible o se observa de pequeño tamaño.

Subestadio D: hembras con huevecillos de color marrón. Se observa los ojos de los embriones. El ovario es visible y aproximadamente la mitad de su tamaño normal.

Subestadio E: hembras con muy pocos huevecillos. Corresponde este subestadio a una etapa de eclosión de las larvas, los huevecillos presentes son oculados. El ovario más desarrollado que en la etapa anterior

### Estadio IV. Postreproducción (postovigera).

Hembras maduras. Ovario visible de color verde oscuro con pigmentaciones más oscuras, similar a la pigmentación del estadio II. Pleuras abdominales pigmentadas. Pleópodos con vellosidades. Huevecillos ausentes.

En la medida que se realiza el desarrollo embrionario, en la hembra se desarrolla su gónada, y muy poco tiempo después de la eclosión de las larvas, está en posibilidad de volver a mudar y reproducirse.

Esta escala de madurez es también aplicable a otras especies de langostinos como *M. acanthurus*, en las especies mayores como *M. americanum* o *M. carcinus*, también puede aplicarse la escala, solamente que el cefalotórax no es translúcido, en las especies pequeñas del género es de esperarse que la escala tenga aplicación también.

Viacava *et al* (1978), en un estudio monográfico sobre *Cryphiops caementarius*, de los ríos costeros de Perú, presenta una escala de madurez, basada en estudios histológicos de las gónadas de esta especie para ambos sexos. Esta especie pertenece a un género afín al género *Macrobrachium*. Este parentesco cercano nos permite considerar las semejanzas histológicas y fisiológicas entre ambas especies.

#### Hembras.

Estadio I (inmadurez): ovario muy reducido, ubicado por debajo del seno pericárdico, de color blanquecino o cremoso. Activa producción oocítica a partir de la zona de proliferación. Oocitos en estadio I y algunos en estadio II.

Estadio II (maduración incipiente): ovario ligeramente desarrollado, sobresale anteriormente por delante del corazón, color amarillento cremoso a anaranjado claro. Activa proliferación oocítica. Predominio de oocitos II y presencia de los primeros oocitos en estadio III.

Estadio III (maduración intermedia): ovario bastante desarrollado, la estructura va alcanzando las 3/4 partes del cefalotórax, es de color anaranjado intenso, la producción oocítica está suspendida, observándose en la zona de proliferación oocitos I y II. Los oocitos III ocupan en su totalidad el ovario.

Estadio IV (maduración avanzada): el ovario se presenta como una gran masa de color rojo que ocupa casi por completo la parte dorsal del cefalotórax, hasta el nacimiento del rostro. Los oocitos IV completamente maduros están listos para el proceso fisiológico de la ovulación.

Estadio V (post desove): el ovario de las hembras recién ovuladas es muy reducido, flácido y de color blanco cremoso. La zona de proliferación reducida y desubicada, presenta oocitos en desorden. Se observa también grandes espacios vacíos y algunos oocitos maduros residuales.

### Machos.

Estadio I: corresponde a la producción de las primeras generaciones de espermatozoides. El testículo es pequeño pero consistente y bien formado de color blanquecino, con espermatozoides. Los gonoductos delgados de color blanquecino, con espermatozoides en las ampollas terminales.

Estadio II: el testículo es medianamente desarrollado, consistente y de color lechoso. Los espermiductos bien visibles, alargados y engrosados, siendo ya notorio el enrollamiento típico cerca a su nacimiento.

Estadio III: el testículo está muy desarrollado y engrosado, de color blanco lechoso, sobresale muy por delante del corazón. Los espermiductos están sumamente desarrollados, engrosados y enrollados. En este estadio el testículo puede presentarse muy pequeño, debido a que, cubierta la capacidad de almacenamiento de los espermiductos, se detiene la espermatogénesis.

Estadio IV: corresponde al período post-reproductivo. Se caracteriza porque el testículo es muy pequeño, flácido, transparente, aplanado y sin forma bien definida. Histológicamente se verifica que estas características corresponden a la desorganización, sin producción de espermatozoides. Los espermatozoides delgados y flácidos son difíciles de visualizar por estar totalmente vacíos y aplanados.

La característica más distintiva entre estas especies es el color de las gónadas que en las hembras del langostino *N. tenellus* son de color verde olivo con pigmentos de color más oscuro y en los machos son de color marrón.

### Proporción sexual.

Para este análisis se emplearon las muestras de las estaciones Camalote y Papayo (Laguna de Mitla), Arenal y San Pedro de las Playas (Laguna de Tres Palos), durante el período de mayo de 1975 a abril de 1976, con el doble objeto de analizar la proporción sexual dentro de un ciclo de reproducción y la comparación de la reproducción entre las dos lagunas, antes mencionadas. Se analiza tanto el número de individuos como la biomasa (gramos). El análisis se desarrolla también para las 16 estaciones de muestreo de la Laguna de Tres Palos en el ciclo 1981.

En el cuadro 8.21 se muestran la proporción sexual para las hembras de cada uno de los meses de estudio y para cada una de las estaciones de muestreo, así como los valores totales.

Cuadro 8.21 Proporción de hembras por mes y estación.

Mes	Camalote	Papayo	Arenal	Playas
May	0.48	0.00	0.03	S/D
Jun	0.19	0.36	0.05	0.08
Jul	0.61	0.47	0.20	0.40
Ago	0.65	0.72	0.58	0.00
Sep	0.40	0.11	0.32	0.00
Oct	0.90	0.76	0.23	0.00
Nov	1.00	S/D	0.12	0.00
Dic	0.67	S/D	0.11	S/D
Ene	0.63 *	S/D	0.15 *	S/D
Feb	0.59	S/D	0.19	0.00
Mar	0.00	S/D	0.18	0.00
Abr	0.62	S/D	0.17	0.07
Anual	0.47	0.35	0.17	0.14
Número	505	1102	1864	261

Nota: Datos interpolados (\*) y sin datos (S/D).

La proporción anual no es el promedio mensual sino el cálculo total de hembras y machos en el ciclo. A partir de esta información sobre la composición de sexos, se elaboraron las graficas correspondientes (Fig. 8.19 A, B y C) para las cuatro estaciones. En donde se observa que en general las hembras predominan en el mes de noviembre en Camalote (100 %), en agosto y octubre en Papayo (72 y 76 %) y en Agosto en Arenal (58 %), en San Pedro de las Playas nunca predominaron, ya que el mes en donde fueron más abundantes fué en julio con 40 %. En la estación Papayo, se siguió el ciclo de producción comercial, el cual terminó en noviembre.

Se realizó un análisis estadístico para probar la diferencia entre las proporciones sexuales, para cada una de las estaciones, se utilizó la distribución teórica de "Z" para ensayos de una cola, con un nivel de significancia  $\alpha(0.10)$ . Como complemento de esta prueba se diseñó el gráfico de la Fig. 8.20, en el cual se observa que las proporciones que estadísticamente presentan la relación 1:1, se encuentran dentro del área de los arcos, manteniéndose fuera de ellos, las proporciones diferentes. Para esta prueba se encontró que solamente la estación Camalote (Mitla), mantiene la relación 1:1, encontrándose en el resto de ellas una diferencia significativa.

Al buscar diferencias entre las proporciones de las dos lagunas mediante una prueba de T de Student (Sokal y Rohlf, 1969), se encontró que, a un nivel de significancia de  $\alpha(0.05)$ , si existen diferencias en la proporción, tanto entre las estaciones de muestreo como entre las dos lagunas.



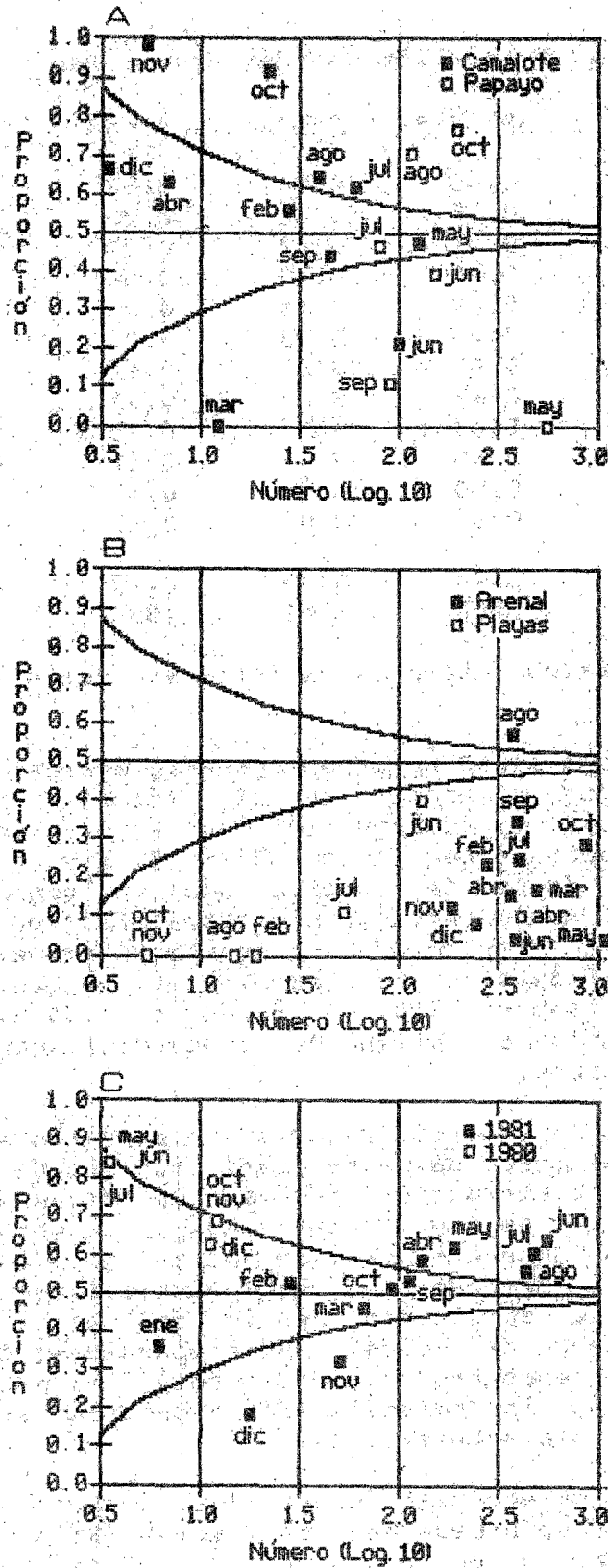


Fig. 8.19 Proporción de hembras de *N. tenellum*.

A Mitla: Camalote y Papayo  
 B T.Palos: Arenal y Playas  
 C T.Palos: Ciclos 1980-1981

Con el objeto de determinar en *M. tenellus* que tiene un marcado dimorfismo sexual, si la proporción sexual era mejor reflejada considerando a la biomasa y no al número, para establecer la proporción 1:1, se analizó la proporción de las hembras respecto a los machos de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$Ph = Nh / Nh + Nm \quad (8.04a)$$

$$Ph = Bh / Bh + Bm \quad (8.04b)$$

Donde (Ph) es la proporción de hembras para una muestra dada, (Nh) es el número de hembras y (Nm) es el número de machos. En el caso del análisis de biomasa (Bh) y (Bm) substituyen a (Nh) y (Nm).

Una vez obtenidas las proporciones por número y biomasa, fué calculada para cada una de ellas su diferencia respecto a una proporción teórica de 1:1 (o sea 0.5). Dado la obtención de valores positivos y negativos, el resultado se eleva al cuadrado, para evitar sumatorias iguales a cero (Método de las diferencias cuadráticas), mediante la siguiente relación:

$$>D2 = (Po - Pt)^2 \quad (8.05)$$

Donde (>D2) es la sumatoria de las diferencias cuadráticas, (Po) es la proporción observada y (Pt) es la proporción teórica esperada.

Para determinar la diferencia entre lo observado y lo esperado teóricamente, se desarrollaron dos pruebas de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ), la primera considerando a la proporción teórica como el valor medio de las observaciones, y la segunda considerando a la proporción teórica con un valor de 0.5 (50%), esto es una hembra por cada macho (1:1), que es la proporción hipotética esperada.

Cuadro 8.22 Proporción sexual, Laguna de Tres Palos (1981).

Mes	Hembras		Machos		Proporción		Total	
	Peso	No	Peso	No	Peso	No	Peso	No
Ene	18.00	6	110.00	11	0.14	0.35	128.00	17
Feb	0.00	0	5.00	1	1.00	1.00	5.00	1
Mar	1,214.95	62	909.92	44	0.57	0.56	2,124.87	106
Abr	849.98	57	1,736.87	87	0.33	0.40	2,586.94	144
May	5,393.00	243	6,046.82	137	0.47	0.64	11,439.82	380
Jun	6,459.99	270	6,818.99	84	0.49	0.76	13,278.98	354
Jul	18,380.98	760	29,928.97	639	0.38	0.54	48,309.95	1,399
Abr	3,040.00	75	2,894.00	89	0.51	0.46	5,934.00	164
Sep	6,880.99	151	4,504.00	85	0.60	0.64	11,384.99	236
Oct	1,892.00	44	2,386.00	73	0.44	0.38	4,278.00	117
Nov	199.50	7	654.00	34	0.23	0.17	853.50	41
Dic	(n/m)							

En el cuadro 8.23 a continuación se presentan los principales resultados de los análisis de de las diferencias entre la proporción en biomasa y en número.

Cuadro 8.23 Diferencias entre biomasa y número.

	Biomasa	Número
Diferencias cuadráticas	1.440	1.900
Media	0.416	0.490
Desviación	0.147	0.173
Error estándar	0.047	0.055
Coefficiente de variación (%)	35.360	35.340

Dentro de los resultados obtenidos la menor diferencia cuadrática fué presentada en el análisis de la proporción de biomasa, el valor medio de las diferentes proporciones fue más cercano a 0.05 en el número que en la biomasa, la desviación y el error estándar fueron menores para la biomasa, en cambio el coeficiente de variación fue menor para el número de individuos.

Cuadro 8.24 Prueba de Chi cuadrada.

	Biomasa	Número
A Proporción media, $X^2 =$	0.468	0.548
Probabilidad $P_{(x)}$ :	0.000023	0.000045
B Proporción 0.05, $X^2 =$	0.531	0.538
Probabilidad $P_{(x)}$ :	0.000040	0.000040
Grados de libertad:	9	9

La Chi cuadrada teórica para ambos casos, para un nivel de significancia del 95 %, y con 9 grados de libertad fué de:

$$X^2_{(0.05), (9)} = 16.919$$

En los resultados de la prueba de Chi cuadrada ( $X^2$ ), para ambos casos el número de individuos presenta el mayor valor y la probabilidad más alta.

Cabe mencionar que en ambos casos la biomasa y el número no son significativamente diferentes de la proporcionalidad 1:1 a un nivel de significancia de  $A_{(0.05)}$ .

Se puede afirmar que si bien el análisis con la biomasa mantiene más cercana la proporción sexual 1:1, las diferencias con el análisis en número de individuos no son estadísticamente significativas.

Al analizar la proporción sexual para la laguna de Tres Palos, en el período 1981, en función de la longitud total se obtuvo la gráfica de la figura 8.20, donde se observa en una forma regular el incremento gradual de la proporción sexual, manteniéndose a favor de los machos en general hasta el intervalo de la clase 3 (27.5 mm) a la clase 7 (47.5 mm), (excepción del intervalo de la clase 4 (32.5 mm), posteriormente la proporción es a favor de la hembras del intervalo de la clase 8 (52.5 mm) hasta el intervalo de la clase 15 (87.5 mm), encontrándose una máxima proporción de hembras en la clase 13 (77.5 mm). A partir de esta clase, los machos vuelven a presentar una mayor proporción hasta el límite de clase encontrada (clase 19, 107.5 mm). En general el comportamiento semeja una distribución log normal negativa.

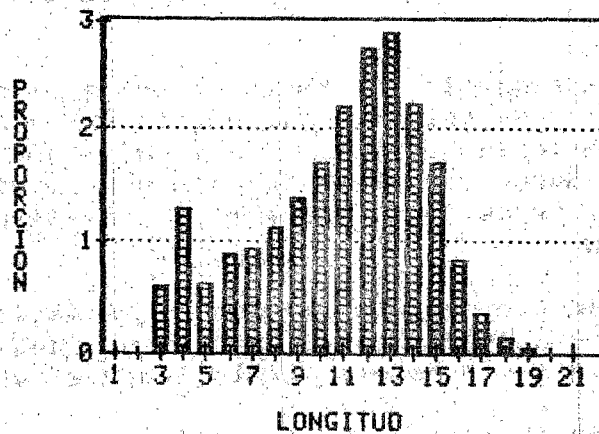


Fig. 8.20 Relación hembras/machos en función de la longitud.

### Apareamiento:

En *Cryphiops caementarius*, Palemonido de los rios del Pacifico de Sudamerica, filogenéticamente muy cercano al Género *Macrobrachium*, Viacava et al (1978), describe una serie de fases durante el apareamiento, que a continuación se mencionan:

Fase A: cortejo pre-nupcial. El macho arrincona a una hembra en un lugar protegido, colocandose a su lado y sujetandola con el segundo par de Pereiópodos. El cortejo continua situandose el macho sobre la hembra y frotando con el primer par de pereiópodos el cefalotórax.

Fase B: muda pre-aparamiento. La hembra apoyada sobre el fondo, con un movimineto brusco se despoja rapidamente de su caparazón.

Fase C: apareamiento. El macho coloca a la hembra en posición decúbito dorsal y se coloca oblicuamente sobre ella, quedando las porciones posteriores ventrales del cefalotorax en contacto. En ese momento el macho con un movimiento brusco del abdomen eyacula sobre la hembra. Depositando sobre ella una estructura semejante a un espermátforo.

Fase D: conducta post-apareamiento. Producida la impregnación el macho, ingiere porciones de la exubia (muda), mientras que al mismo tiempo cuida a la hembra, protegiendola con sus pereiópodos.

La duración de todo el proceso lleva 25 minutos en promedio, siendo las fases C y D, las más cortas ya que se realizan en algunos segundos.

Vega et al (1981), para *C. caementarius* menciona que la reproducción es monogámica, que el macho tambien frota con las antenas el dorso de la hembra, durante la cópula deposita una substancia blanquecina entre las bases de los pereiópodos 3 a 5. Granados (1984) refiriendose al género *Macrobrachium*, menciona que durante el apareamiento el macho y la hembra juntan las coxas, depositando el macho un "espermátforo" en la parte media ventral del cefalotórax.

En observaciones en acuarios con *M. tenellum*, en general fueron observados patrones similares a los antes mencionados; el tiempo entre la muda de la hembra y el apareamiento no fue tan rapido, al respecto Ling (1969) menciona 10 minutos como tiempo medio de muda. No fue observado al macho comiendo la exubia. La substancia depositada en la hembra se considera como un seudoespermátforo, ya que no tiene la complejidad morfológica ni la duración del verdadero espermátforo de otros crustáceos como los camarones (peneidos) y las langostas (panuliridos).

## Desove:

Posteriormente al apareamiento tiene lugar el desove, Arana (1974) en *M. americanum* lo menciona entre las 18 y 36 horas posteriores. En *M. acanthurus*, Choudury (1971), menciona el desove entre 4 y 12 horas. En *M. rosenbergii* según Ling (1969), Goodwin y Hanson, (1975) lo realiza 20 horas después. Cabrera (1979) lo registra para *M. tenellum* en las siguientes 24 horas. En nuestras experiencias en acuarios, para la misma especie, se realizó en un tiempo menor a las 24 horas. A medida que los huevecillos salen por las aberturas genitales o gonoporos, ubicados en la base posterior del tercer par de pereopodos, pasan por el espermatóforo previamente colocado por el macho donde son fertilizados, al ser liberados los espermatozoides en él contenidos. La hembra ayuda a su colocación en las sedas de los pleópodos, dentro de una cavidad incubadora bajo el abdomen, formada por proyecciones laterales de las pleuras, quedando adheridos a los pleópodos por medio de secreciones glandulares, producidas por glándulas cementantes (De la Cruz, 1968). Cabe mencionar, los desoves de hembras no fecundadas, los huevecillos al igual que los fecundados, son fijados, pero al cabo de algunos días se desprenden.

Cabrera et al (1979) menciona un período entre desoves, para *M. tenellum* en condiciones de acuario de 18 a 38 días, lo que bajo condiciones reguladas puede llevar a una hembra a realizar entre 10 y 20 desoves anuales. Ling (1975) menciona para *M. rosenbergii* en cautividad, que es capaz de desovar 2 veces en 5 meses y posiblemente cada 75 días, y que en la naturaleza sean capaces de hacerlo 3 o 4 veces al año. Dugan et al (1975) controlando la temperatura lograron que hembras de *M. acanthurus* y *M. carcinus*, desovaran con lapsos de 60 días.

De acuerdo a Cabrera et al (1979) se tendría las siguientes estimaciones de producción anual de huevos por especie:

Cuadro 8.25 Producción anual de huevos.

Especie	Número
<i>M. americanum</i>	900,000
<i>M. carcinus</i>	1,059,000
<i>M. rosenbergii</i>	112,000
<i>M. acanthurus</i>	52,000
<i>M. tenellum</i>	69,750

El rango de producción anual de huevecillos para especies medianas y grandes del género *Macrobrachium* fluctúa de 52,000 a 1,059,000.

#### 8.4.2 Fecundidad.

La población comparte diversos factores con los individuos como el crecimiento y la fecundidad, pero independientemente posee atributos de grupo. Dentro de ellos se considera a la natalidad, que se define como la propiedad de aumento inherente a una población, esto es la producción de nuevos individuos. La fecundidad es el punto de partida para estudios de natalidad y ella a su vez forma parte de una de los factores básico de la Dinámica de Poblaciones.

De acuerdo a Mayr (1968), la fecundidad es el potencial reproductor medido por la cantidad de gametos producidos, en particular ovulos. Otros autores consideran la fecundidad como el número de huevecillos producidos en un solo desove, para el presente trabajo se han integrado los dos conceptos.

Es por ello que el presente tema, trata sobre la relación entre las variables, longitud y peso total con el el número de huevecillos en hembras ovigeras del langostino *M. tenellus*. Determinando el tipo y grado de relación, mediante un modelo matemático que describa el tipo de relación existente entre las variables propuestas y a la vez que permita pronosticar en forma confiable y expedita los valores correspondientes de fecundidad para valores de longitud o peso determinado.

Varios autores han reportado el número de huevecillos para diferentes especies de *Macrobrachium*, a continuación se describen sus resultados.

Rodríguez (1968), registra para *M. americanus* que el número de los huevecillos oscilan entre los 200,000 y los 500,000, dependiendo de la longitud. Para esta especie Arana (1974), menciona que el número esta en relación directa con el peso de la hembra, por lo que la variación del número oscila entre los 50,000 y 250,000, registrando para una hembra de 118 mm y 24.2 g, un número de 57,400 huevecillos.

Para una población cultivada de esta especie en buenas condiciones es posible que las hembras produzcan de 50,000 a 150,000 huevecillos, (Smitherman et al, 1974). El mismo autor reporta para dos hembras con 86,024 y 87,071 huevecillos, de 149 y 156 mm y de 54.43 y 56.86 g, respectivamente. Monaco (1975) para una hembra de *M. americanus* de 125 mm de longitud total, la reporta con 80,000 huevecillos.

Dobkin et al (1974) calcula para *M. carcinus* hasta 140,000 huevecillos. Pérez y Segura (1981) registran un rango de 7,610 a 165,480 para hembras de 86 a 165 mm de longitud, establecen una relación exponencial para la relación longitud total número de huevecillos:

$$F = 0.000566 L^{4.266}.$$

Chávez y Chávez (1976) para *M. carcinus* registran una relación lineal entre el número de huevecillos y la longitud total de la hembra, con la siguiente relación:

$$N_h = - 65527 + 752.33 L.$$

De acuerdo a Granados (1985), una hembra de 125 mm de longitud produce 35,800 huevecillos. Dugan et al (1975) reporta 15,000 huevecillos en esta especie al igual que Ling (1966). Chávez y Chávez (1976) para la misma especie reportan una variación de 3,460 a 35,580 huevecillos en hembras de 92 a 125 mm. Cabrera et al (1979), consideran que esta especie puede llegar a producir hasta 900,000 huevecillos.

Bimanchor (1965) en *M. idae* reporta de 2,000 a 20,000 huevecillos por hembra y para *M. mirabilis* menciona que una hembra de 62 mm de longitud total porta de 550 a 3,000 huevecillos. En *M. vollenhovenii* Miller (1971) registra 45,000 para una hembra de 150 mm. Para Shakuntala (1976 y 1977b) en *M. rude* y *M. lamarrei*, existe una relación lineal entre el número de huevecillos y la longitud de las hembras.

Fujimura (1966) reporta que en hembras de *M. rosenbergii* de 90 mm de largo y 18 g de peso, producen alrededor de 15,000 huevecillos, Ling (1969) para la misma especie, en hembras de 180 mm y 80 g, producen alrededor de 60,000 huevecillos. Fujimura y Sandifer (in Godwin y Hanson, 1975), mencionan que en hembras grandes de esta especie el número fluctúa entre 25,000 y 30,000 huevecillos. Las cifras más elevadas las menciona Dugan et al (1975) y Ling (1969) con 115,000 y 100,000 huevecillos respectivamente.

Patra (1976), para la misma especie en 20 hembras, estima un rango de 54,000 a 276,000 huevecillos, con un promedio de 130,000. Khmeleva y Giginyak (1980) observaron una fecundidad máxima en *M. nipponense* de 5,000 huevecillos, con 130 mm de talla y 14 gramos de peso. Truesdale y Mermillod (1979), mencionan para hembras de *M. ohione*, un rango de huevecillos de 6,273 a 24,800, la longitud total de las hembras mas grandes fue de 93 mm, aun cuando no establecen una relación talla-número de huevecillos.

Para *M. acanthurus* Martínez (1975) anota una variabilidad de 150,000 a 200,000 huevecillos. Martínez et al (1977) en 22 hembras con una longitud de 80 mm, encontró un promedio de 3,500 huevecillos. Pérez y Segura (1981), registran un rango de 6,200 a 20,920 huevecillos en hembras de 73 a 116 mm, dando una relación longitud número de huevecillos de tipo exponencial:

$$F = 0.0250 L ^{2.857}.$$

Granados (1984) en hembras de *M. carcinus* de 70-75 mm de longitud total reporta un promedio de 5,500 huevecillos.



Román (1974) en *M. tenellum*, menciona que el número de huevecillos fluctúa entre 900 y 6,000, en hembras que miden de 70 a 80 mm, aludiendo que dada la amplia variación registrada, el número de huevecillos no tiene relación aparente con la longitud total. Cabrera et al (1979) reporta para una hembra de 107 mm de largo, 63,531 huevecillos mencionándolo como un registro extremo, considera que el número más frecuente de huevecillos es de 2,000 a 18,000, correspondiendo a hembras entre 46 y 74 mm.

Margalef (1974) menciona que el número de huevecillos es igual o proporcional a tres veces la longitud de la madre y que la relación entre estas variables es lineal, esta apreciación es similar a la de considerar al peso, ya que la relación potencial del peso respecto a la longitud varía en torno a 3.

Cabrera et al (1979) establece una criterio de acuerdo a la cual determina tres grupos de especies en función del número de huevecillos, denominándolos como fecundidad alta, fecundidad media y fecundidad baja. En el cuadro siguiente se observa, los grupos correspondientes a rangos en el número de huevecillos de diversas especies incluyendo a *M. tenellum*.

**Cuadro 8.26 Grupos de fecundidad en *Macrobrachium*.**

Grupo I. Fecundidad alta: 150,000 a 200,000

*M. americanum* y *M. carcinus*

Grupo II. Fecundidad media: 25,000

*M. rosenbergii*

Grupo III. Fecundidad baja: 3,500 a 4,650

*M. acanthurus* y *M. tenellum*

De acuerdo a los resultados del presente trabajo, se propone una modificación a esta clasificación, particularmente en el grupo III, para *M. acanthurus* y *M. tenellum* estableciendo un nuevo rango de variación de 2,500 a 10,000 huevecillos. Aun cuando Cabrera (1979) clasifica solamente a especies comerciales, existe la posibilidad de crear el grupo IV con aquellas especies de menor talla, cuyo rango de variación en el número de huevecillos es de esperarse sea menor que la del grupo III. Como ejemplo pueden mencionarse a las especies del Grupo *offersii*.

Sobre la fecundidad de *N. tenellum* se presentan resultados preliminares en Negrete (1977) y Negrete y Guzmán (1978). De las colectas realizadas en 1975, se seleccionó el material de la estación El Arenal en la laguna de Tres Palos, se analizaron dos muestras correspondientes a dos fechas, el conteo de los huevecillos se realizó con dos métodos, un método directo, conteo visual por medio de un microscopio estereoscópico, el segundo método fue volumétrico, una submuestra de los huevecillos se introducen en una probeta graduada en milímetros con un volumen conocido de agua, al introducir los huevecillos desplazan un volumen, la submuestra se cuenta manualmente, posteriormente se introduce la masa total de huevecillos dentro de la probeta, tomando nota del volumen total desplazado.

La fecundidad individual ( $F_i$ ) se calculó de acuerdo a la siguiente relación:

$$F_i = (NH) (V2) / V1 \quad (8.06)$$

En donde (NH) número de huevos de la submuestra (conteo manual), (V1) es el volumen desplazado por la submuestra, y (V2) el volumen desplazado por la muestra.

A continuación se presentan los resultados individuales tabulados para cada una de las muestras:

Cuadro 8.27a Muestra 01, Tres Palos (17-10-75).

Peso	Longitud	Número	Estadio
3.1	79	4,926	A
3.3	85	4,870	A
4.4	88	6,948	A
5.7	99	9,666	A
4.5	95	6,640	A-B
1.5	68	2,288	B
2.5	73	3,750	B
3.0	79	2,089	B
3.1	76	4,350	B
3.3	95	3,003	B
3.5	91	4,928	B
3.5	81	4,134	B
4.1	91	6,280	B
4.4	91	4,890	B
4.9	92	8,449	B
5.1	97	9,012	B
5.3	90	9,611	B
5.5	100	5,195	B
5.5	101	8,561	B
2.3	72	1,800	B-C
2.3	73	2,404	B-C
2.5	73	3,844	B-C

Cuadro 8.27b Muestra 01, Tres Palos (17-10-75).

Peso	Longitud	Numero	Estado
2.6	82	2,440	B-C
2.9	71	5,012	B-C
3.2	85	5,012	B-C
3.2	80	4,500	B-C
3.9	92	3,830	B-C
4.2	80	5,390	B-C
4.4	95	8,771	B-C
5.7	105	7,812	B-C
6.2	109	7,232	B-C
2.7	81	4,443	B-C
3.1	80	5,472	C
3.3	79	5,420	C
3.3	83	4,256	C
3.3	83	4,524	C
3.5	85	5,272	C
4.1	89	6,760	C
4.9	91	9,426	C
5.4	99	5,785	C
4.5	90	8,940	C-D
4.6	91	6,726	C-D
4.7	100	8,368	C-D
2.4	78	3,213	D
3.4	87	4,168	D
3.5	85	4,935	D
3.5	90	5,376	D
3.5	91	4,716	D
3.6	93	5,220	D
4.0	88	5,478	D
4.0	90	5,226	D
4.1	81	6,090	D
4.7	97	9,270	D
4.7	97	11,102	D
5.0	95	8,295	D
5.1	91	8,536	D
$X' = 3.8$	85.9	6,038	

Los valores promedios ( $X'$ ) fueron estimados para los datos en conjunto de ambos cuadros (8.27a y 8.27b), ya que pertenecen a una sola muestra.

Cuadro 8.28 Muestra 02, Tres Palos (29-09-75).

Peso	Longitud	Número	Estadio
4.5	68	2,812	A
4.5	73	3,160	A
3.9	74	3,068	A-B
4.8	75	2,798	A-B
5.7	76	2,097	A-B
4.8	65	2,550	B-C
5.1	78	4,824	B-C
5.5	73	3,168	B-C
2.7	62	3,360	C
3.5	67	3,022	C
3.9	69	3,944	C
4.5	75	5,322	C
4.8	76	5,598	C
5.4	82	3,259	C
5.8	82	5,934	C
6.5	86	8,200	C
7.0	81	8,109	C
8.2	94	7,676	C
3.7	74	1,678	C-D
3.8	75	2,052	C-D
4.2	72	4,204	C-D
4.7	69	4,928	C-D
5.2	79	1,898	C-D
5.9	71	7,340	C-D
5.5	72	6,073	D
$\bar{X} = 4.9$	71.9	3,963	

Se calculó la media y desviación del número de huevecillos, para cada fecha y estadio incluyendo muestras, que no fueron sometidas al análisis general por ser poco representativas, pero es interesante observar su comportamiento dentro del fenómeno general.

En el cuadro siguiente se presentan los resultados del número de huevecillos promedio por estadio, por fecha y por laguna.

Cuadro 8.29 Fecundidad promedio por estadio.

Fecha	Estadio	Número	Desviación
29-09-75	A	2,986	246.07
	AB	2,654	501.19
	BC	3,514	1175.82
	C	5,442	2031.82
	CD	3,683	2238.82
	D	6,073	2238.82
17-10-75	A	6,602	2259.54
	AB	6,640	-----
	B	5,467	2528.67
	BC	4,805	2113.16
	C	5,864	1629.17
	CD	8,011	1149.29
	D	6,278	2294.83
22-12-75	C	10,575	4532.55
	D	4,737	1219.76
23-07-75	A	4,660	-----
	D	5,712	-----
23-09-75	C	11,476	1763.30
	D	10,994	1219.77

Inicialmente se manejaron los datos de las dos fechas en forma conjunta, para cada una de las variables longitud (L), peso (W) y número de huevecillos (NH), con el objeto de tener un grado de validez y determinar la posibilidad de manejar simultáneamente ambas muestras, se realizó una prueba de Fisher (Snedecor y Cochran, 1970), de acuerdo a la relación siguiente:

$$F_{v_1, v_2} = S_1^2 / S_2^2 \quad (8.07)$$

Planteandose la hipótesis nula para la prueba como :

$$H_0 \text{ .'. } S_1^2 = S_2^2$$

Y la hipótesis alternativa:

$$H_1 \text{ .'. } S_1^2 \neq S_2^2$$

Se procedió al análisis de los datos de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Coeficiente de correlación entre las variables en juego: Longitud-peso, peso-número de huevecillos, longitud-número de huevecillos.
2. Ajuste de la curva correspondiente.
3. Obtención de la ecuación de la curva.
4. Prueba de significancia, usando el método de Pearson, estableciendo los coeficientes de correlación tabulados para 1 y 5 %.

**Cuadro 8.30 Modelos de ecuaciones utilizadas.**

Lineal	$Y = a + b X$	(8.08)
Cuadrático	$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$	(8.09)
Exponencial	$Ly = a b^X$	(8.10)
Polinomial	$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + \dots + a_n X^n$	(8.11)
Potencial	$Y = C^b$	(8.12)
Geométrico	$Y = a X^b$	(8.13)
Lineal recíproco	$Y = 1/a + b X$	(8.14)

El resultado de la prueba de Fisher para la comparación de las dos fechas, es dado a continuación:

$$F_{(87,24)} = 1.88$$

Teniéndose para un nivel de confianza del 95 %:

$$a_{(.05)} = 1.84$$

Por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, considerándose las dos muestras significativamente diferentes, esto se confirmó al graficar ambas muestras y observar que los datos se separan en dos grupos definidos.

Se realizó al análisis de la relación de las variables longitud y peso total y número de huevecillos, al manejar conjuntamente todos los estadios con cada una de las fechas, nos da una baja correlación, observándose en las gráficas de dispersión un bajo agrupamiento.

En los cuadros siguientes se presentan los coeficientes de correlación entre las variables peso, longitud y número de huevecillos para cada uno de los modelos.

**Cuadro 8.31a Coeficientes de correlación, muestra 01.  
(29-09-75)**

Variable	Lin.	Cuad.	Exp.	Poli.	Pot.	Geom.	L.Rec.
W / HT	.683	.701	.662	.641	.588	.662	.574
L / HT	.495	.534	.447	.480	.424	.447	.463
W / HC	.847	.847	.842	.831	.829	.842	.785
W / HCD	.700	.713	.657	.692	.643	.657	.685
L / HC	.755	.756	.746	.755	.743	.747	.751
L / HCD	.734	.757	.702	.738	.708	.702	.741

**Cuadro 8.31b Coeficientes de correlación, muestra 02.  
(17-10-75)**

Variable	Lin.	Cuad.	Exp.	Poli.	Pot.	Geom.	L.Rec.
W / HT	.683	.686	.613	.677	.596	.613	.634
L / HT	.597	.597	.574	.596	.564	.574	.592
W / HA	.964	.975	.973	.948	.961	.973	.928
W / HB	.832	.841	.830	.784	.780	.830	.691
W / HBC	.806	.853	.809	.838	.836	.809	.853
W / HC	.675	.731	.650	.692	.665	.650	.697
W / HD	.877	.888	.880	.848	.858	.880	.801
L / HA	.348	.667	.498	.325	.497	.498	.301
L / HB	.629	.631	.615	.630	.612	.615	.630
L / HBC	.737	.760	.752	.737	.751	.752	.734
L / HC	.498	.616	.481	.509	.489	.481	.519
L / HD	.732	.824	.721	.719	.704	.721	.705

La ecuación de forma cuadrática presentó coeficientes de correlación más altos, por lo cual se tabularon sus constantes:

**Cuadro 8.32a Constantes de las ecuaciones cuadráticas.  
Longitud-número de huevecillos.**

Estado	Fecha 01			Fecha 02		
	a0	a1	a2	a0	a1	a2
Todos	2644	716	55	11056	221	34
A	---	---	--	3327	-7581	43
AB	---	---	--	-1038	29509	2703
B	---	---	--	1854	-403	14
BC	---	---	--	1	-2.9	27
C	1061	256	62	1206	-2750	14.8
CD	2352	-5803	76	---	---	---
D	---	---	--	168313	4003	24

Cuadro 8.32b Constantes de las ecuaciones cuadráticas.  
Peso-número de huevecillos.

Estadio	Fecha 01			Fecha 02		
	a0	a1	a2	a0	a1	a2
Todos	2494	495	618	2499	2602	126
A	---	---	--	5705	-1338	349
B	---	---	--	1282	196	201
BC	---	---	--	6598	-4913	426
C	98	-1107	8.3	1026	-7091	717
CD	7739	-3550	565	---	---	---
D	---	---	--	2726	1028	469

Los niveles de significancia para cada una de las ecuaciones calculadas se presenta en el cuadro a continuación.

Cuadro 8.33 Niveles de significancia.

Estadio	Fechas 01	Fecha 02
	Prob. %	Prob. %
A	.96	.79
AB	.99	---
B	---	.30
BC	.86	.88
C	.89	.92
CD	.23	.95
D	---	.73

Las muestras correspondientes a las fechas (29-09-75) y (17-10-75), son significativamente diferentes a un nivel A(0.05). Al manejarse independientemente se observó una mayor correlación entre los datos de ambas fechas, aún cuando fué mayor con el peso, que con la longitud. Respecto a los estadios cada uno de ellos observo mayor correlación entre si que en conjunto y esto fué mayor con el peso.

El modelo cuadrático fué el que presentó coeficientes de correlación mas altos. Las predicciones que surjan con base a este modelo, tienen un alto nivel de significancia ya que los índices de Pearson tabulados para ( $r$  tab<sub>0.01</sub>) y ( $r$  tab<sub>0.05</sub>) caen dentro de la zona bajo la curva de representatividad o zona crítica, con excepción de las  $r$  correspondientes a muestras pequeñas.

En hembras ovigeras del langostino *Macrobrachium tenellum*, se determinó la existencia de una correlación entre las variables: Longitud-Número de huevecillos y Peso-Número de huevecillos



La relación varía con la fecha y con el estadio de desarrollo del huevecillo. El grado de relación es alto y significativo, existiendo una mayor correlación con el peso que con la longitud.

El fenómeno de la fecundidad en *M. tenellus* se encuentra representado por un modelo matemático curvilíneo, de la forma cuadrática:

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 \quad (8.09)$$

El modelo es confiable, pudiendo utilizarse para fines predictivos, tomándose en cuenta particularmente las localidades, las fechas y el estadio de desarrollo de los huevecillos.

#### 8.4.3 Desarrollo.

##### Tamaño y forma de los huevecillos:

Los huevecillos son de forma elipsoide. El tamaño de los huevecillos de acuerdo a Martínez (1975), para *M. acanthurus* es de 0.50 a 0.70 mm. Chávez y Chávez (1976) para *M. carcinus*, mencionan entre los 0.40 y los 0.75 mm de diámetro mayor. Para esta especie Pérez y Segura (1981) mencionan que tienen una forma más redondeada y su tamaño varía entre 0.40 y 0.50 mm. Ling (1969) para *M. rosenbergii* reporta de 0.60 a 0.70 mm. Truesdale y Mermillod (1979) para *M. ohione*, registran huevecillos ovoides de 0.52 a 0.65 mm en su eje mayor y de 0.39 a 0.52 mm en su eje menor. Granados (1984), reporta para *M. acanthurus* un tamaño de 0.50 a 0.70 mm de diámetro mayor. Pérez y Segura (1981) reportan un tamaño que varía de 0.50 a 0.60 mm. En *M. tenellus* Román (1979) reporta una variación de 0.44 a 0.62 mm. Negrete (1977) da un tamaño entre los 0.40 y 0.60 mm. En nuestras observaciones sobre *M. tenellus*, se obtuvo un promedio de 0.55 mm, coincidiendo con lo reportado por varios autores.

##### Desarrollo embrionario:

Durante esta etapa la hembra manifiesta un marcado cuidado de los huevecillos consistente en la limpieza sistemática, mediante el uso del primer par de pereopodos, descartando los huevecillos muertos, aunado a esto muestran un constante movimiento de los pleópodos para mantener una circulación del agua y oxigenación en torno a los huevecillos.

A medida que el desarrollo embrionario transcurre los huevecillos van cambiando de color, estos cambios coinciden con etapas definidas de desarrollo embrionario. Shakuntala (1976) registra cambios en el peso de los huevecillos durante el desarrollo. Con experiencias de campo y de laboratorio se ha elaborado la siguiente escala de color en huevecillos para el langostino *M. tenellus*, en Guerrero.

## Cuadro 8.34 Escala de color en huevecillos.

Estadi	Color	Observaciones
A	Verde	Contenido homogéneo
B	Verde-amarillo	Polo visible
C	Amarillo	Estructuras visibles
D	Marrón	Embrión oculado

Comparando con el desarrollo embrionario de *C. caementarius*, la Etapa B corresponde a la formación del blastoporo (32 horas), etapa C; a la forma nauplio (7 días) y la etapa D; a la forma protozoa (19-32 días).

La segmentación de los huevos es holoblástica desigual, alcanzando el estado de 8 blastómeros a las 4 horas, de 16 blastómeros a las 6.5 horas y la formación de la morula con 32 blastómeros en la siguiente división. El blastoporo se observa 32 horas después de la tercera división, (Vegas et al, 1981).

De acuerdo a la descripción del desarrollo embrionario de *M. rosenbergii* descrita por Ling (1969), cada uno de estos estadios correspondería a las siguientes etapas:

- A Primeras etapas de segmentación nuclear (Blástula).
- B Gastrulación completa.
- C Formación de estructuras caudales y de vesículas ópticas.
- D Presencia de pigmentos ópticos y larva totalmente desarrollada.

Ling (1969), menciona para *M. rosenbergii* huevecillos de color naranja brillante, del mismo color los hemos observado en *M. americanum*. Chávez y Chávez (1976) en *M. carcinus*, reportan un color rosado claro en las primeras etapas de desarrollo y cambian a café oscuro con puntos negros (oculados), antes de la eclosión. Granados (1984), menciona para *M. acanthurus*, que la variación del color va de color amarillo canario a ambar oscuro en huevos oculados.

En una misma hembra es posible encontrar una gradación entre dos estadios, lo que indica que el desarrollo embrionario es cronológicamente diferencial, a partir del momento en que los óvulos son fecundados, también es posible encontrar en algunas hembras estadios intermedios, pero estos son los menos frecuentes. El estadio D, está próximo al nacimiento de la larva.

Ling (1969), registra para *M. rosenbergii* un período de desarrollo larval de 19 días, a una temperatura entre 26 y 28 grados. En *M. lamarei* Shakuntala (1977), reporta 16 días. Choudury (1971) reporta para *M. acanthurus* un período de 16 a 18 días. Cabrera et al (1979) para hembras mantenidas en temperaturas de 26 a 30 grados, el desarrollo tardó de 12 a 14 días.

En observaciones de *N. tenellum* en acuarios realizadas para el presente trabajo, el desarrollo embrionario se realizó de 16 a 17 días, a una temperatura promedio de 27.2 grados. La duración del desarrollo embrionario es variable, depende de la especie y en gran medida de las condiciones ambientales. En la tabla siguiente se comparan las diferentes especies, en cuanto a la duración del desarrollo embrionario.

**Cuadro 8.35 Duración del desarrollo embrionario.**

Especie	Días	Autor	Año
<i>N. americanum</i>	15-16	Arana	1974
	19	Kensler	1974
<i>N. rosenbergii</i>	19	Ling	1969
<i>N. lamarrei</i>	16	Shakuntala	1977
<i>N. acanthurus</i>	25	Cabrera M.	1978
	16-18	Choudury	1971
<i>N. tenellum</i>	12-14	Cabrera J.	1979
	16-17	Este trabajo	1981

#### Nacimiento:

El nacimiento ocurre al atardecer y en las primeras horas de la noche, en nuestras experiencias en acuarios fue observado en 4 ocasiones la eclosión de las larvas entre las 19 y las 21 horas. Cabrera *et al* (1979) menciona que el nacimiento de las larvas: "Se inicia usualmente durante las horas tempranas de la noche y puede extenderse hasta por un lapso de 48 horas". En *N. rosenbergii* Ling (1969), Goodwin y Hanson (1975) reportan de 1 a 24 horas. Para *N. acanthurus*, Choudury (1971b) registra de 3 a 4 horas durante la noche.

#### Desarrollo larval.

El tiempo del desarrollo larval va a variar de acuerdo a la especie y a las condiciones ambientales.

**Cuadro 8.36 Duración del desarrollo larval.**

Especie	Días	Referencia	Año
<i>N. americanum</i>	50-72	Arana	1974
	35-45	Kensler	1974
<i>N. carcinus</i>	60	Choudury	1971
<i>N. rosenbergii</i>	29	Ling	1969
<i>N. lar</i>	89	Atkinson	1977
<i>N. acanthurus</i>	25-40	Choudury	1970
	29-35	Dobkin	1973
	41-69	Dugan	1975
	45	Cabrera M.	1978
<i>N. tenellum</i>	24	Cabrera J.	1979

### Estadios larvales.

Dobkin (1969), hace un análisis sobre la significancia del desarrollo larval (metamorfosis) abreviado en los camarones carideos (langostinos) y su significado en la acuicultura. Jalihal y Sankolli (1975), mencionan un desarrollo larval abreviado en *M. dayanum*. Shokita (1977), reporta también una metamorfosis abreviada para *M. asperillum* presentando esta especie únicamente dos larvas zoeas y una megalopa en su desarrollo.

Cabrera et al (1979), define dos grupos en relación a su desarrollo larval, el primero compuesto por *M. americanum* y *M. carcinus*, con desarrollo larval prolongado y juveniles grandes, el otro grupo que incluye a *M. rosenbergii*, *M. acanthurus* y a *M. tenellum*, con desarrollo larval breve y juveniles pequeños.

De acuerdo al trabajo de Cabrera et al (1979) *M. tenellum* presenta 12 mudas larvales, correspondiendo las 6 primeras a estadios morfológicos, no habiendo sido observadas diferencias morfológicas aparentes en las últimas mudas. En *M. americanum* y *M. carcinus*, se presentan 12 estadios larvales. (Arana, 1974) y Choudury, 1971a). Ling (1969) para *M. rosenbergii* indica 8 estadios. Atkinson (1977) reporta de 11 a 12 estadios para *M. lar.* En *M. acanthurus* se registran 10 estadios (Choudury, 1971b), y dada el cercano parentesco entre esta especie y *M. tenellum*, se considera importante transcribir los estadios larvales de *M. acanthurus*.

Cuadro 8.37 Estadios larvales de *M. acanthurus* (Choudury, 1971b).

Estadio	Edad	Talla mm	Estructuras
1	1-3	2.25-2.35	Ojos sésiles Pereiópodos 1 y 2 birrámeos Telson con 7 pares de setas
2	3-6	2.40-2.55	Ojos pedunculados Pereiópodos 1 y 2 birrámeos Pereiópodos 3 y 5 ramificados Telson con 8 pares de setas
3	6-9	2.70-2.80	Articulación telson-segmento 8 Espina epigástrica detrás rostro Urópodo presente Pereiópodo 3 birrámeo Pereiópodo 5 unirrámeo
4	8-12	2.90-3.05	2 espinas epigástricas detrás del rostro Urópodo con exópodo y endópodo Pereiópodo 15 unirrámeo
5	11-18	3.25-3.35	Pereiópodos 3 birrámeos Pereiópodos 4 ramificados
6	15-22	3.40-3.50	Todos los pereiópodos presentes Pereiópodos 1-4 birrámeos Pleópodos con apéndices, 1, 3 y 4 más avanzados que 1 y 5
7	20-25	4.00-4.55	Pereiópodos 1 y 2 con formación de quelas Todos los pereiópodos birrámeos Exopodito y endópodo sin setas Rostro con un diente
8	22-29	4.40-4.65	Pereiópodos 1 y 2 con quelas bien desarrolladas Pleópodos con exópodo y endópodo bien desarrollados Rostro con 3 dientes
9	27-35	4.80-5.20	Exopodito y endópodo con setas Pleópodos 2 a 5 con Appendix interna Rostro con 4 a 5 dientes
10	32-42	5.50-6.00	Telson con 6 pares de espinas en el margen superior, y 3 pares de espinas plumosas en el inferior Rostro con 5 a 7 dientes dorsales y con 1 a 2 dientes ventrales

### Ecología de las larvas:

En la Laguna de Chautengo fueron realizados muestreos de zooplácton durante los meses de enero y marzo de 1981, hacia el final de la época de desarrollo larval. Se registró la abundancia en número de larvas planctónicas del género *Macrobrachium*, considerando que la única especie del género *Macrobrachium*, presente en la laguna es *M. tenellus*, (Estuardo *et al* 1974; Román 1979; Orbe 1981). Para confirmarlo y dada la ausencia de claves específicas de larvas para este grupo, el material fue comparado con larvas obtenidas en acuarios, dando resultados satisfactorios.

Las relaciones ecológicas de las larvas se efectuó con dos aspectos básicos uno en relación a los parámetros físico-químicos, para establecer el grado de interacción entre el número de larvas y los diferentes parámetros y el otro en relación a la estructura de los componentes generales del zooplácton.

Para las variables físico-químicas fueron registrados los siguientes valores en el cuadro a continuación:

**Cuadro 8.38 Valores estadísticos de las larvas y de las variables físico-químicas.**

Variable	Unidad	Min.	Med.	Max.	D.E.	C.V.
Larvas	número	99	617	1200	397.459	64.42
Temperatura	grados	24.50	25.92	30.00	2.083	8.04
Oxígeno	ppm	6.20	8.17	9.60	1.167	14.28
Salinidad	ppm	18.650	22.252	27.670	3.399	15.28
pH		7.000	7.672	8.220	0.513	6.69
Turbidez	cm	5.00	46.66	80.00	26.770	57.37
Dureza	eq/l	3.815	4.492	5.824	0.684	15.23
Alcalinidad	eq/l	1.500*	1.633*	1.800*	1.032#	6.32
Silicatos	ppm	3.526	5.322	6.152	0.913	17.16
Nitratos	ppm	0.058	0.220	0.500	0.164	74.55
Nitritos	ppm	6.000#	5.100*	0.112	3.936*	77.18
Amonio	ugat/l	0.679	4.655	7.105	2.505	53.71
Ortofosfatos	ugat/l	0.817	1.072	1.417	0.229	21.36
Fosforo T	ugat/l	2.268	2.479	3.207	0.362	14.60
Conductividad	mpm/cm	30.000	34.333	39.000	3.502	10.20
Clorofila A	mg/m <sup>3</sup>	-1.015	0.326	0.931	0.712	221.17
Clorofila B	mg/m <sup>3</sup>	-0.379	0.285	0.588	0.350	122.81
Clorofila C	mg/m <sup>3</sup>	-4.000#	0.967	1.662	0.608	62.87

Nota \* = E-03, # = E-04

El número de larvas tuvo un rango de variación de 99 a 1200 organismos por muestra con una media de 617 y un coeficiente de variación del 64.42 %.

Las variables que mayor rango de variación presentaron fueron turbidez (57.37 %), nitratos y nitritos (74.55 y 77.18 %), amonio (53.71 %) y los diversos tipos de clorofilas (de 62.87 a 221.17 %).

Para establecer el grado de asociación entre variables seleccionadas por su mayor interacción ecológica y la abundancia de las larvas se realizó un análisis multivariado (factorial). Las variables seleccionadas fueron; temperatura, oxígeno, salinidad, pH, turbidez, dureza y alcalinidad.

Como un primer paso se obtuvo el coeficiente de correlación producto-momento, generando la semimatriz de correlación que se presenta en el cuadro siguiente.

**Cuadro 8.39 Semimatriz de correlación de las variables analizadas.**

	Lar	Tem	Oxi	Sal	pH	Tur	Dur
Lar	1.000						
Tem	-0.276	1.000					
Oxi	-0.198	0.443	1.000				
Sal	-0.109	0.602	0.861	1.000			
pH	0.251	-0.526	0.354	0.078	1.000		
Tur	0.599	-0.696	-0.065	-0.332	-0.598	1.000	
Dur	-0.383	0.962	0.450	0.517	-0.393	-0.598	1.000
Alc	0.081	0.248	-0.470	-0.128	-0.898	-0.639	0.039

Se observa en los resultados del cuadro anterior que las larvas presentan la mayor correlación positiva con la turbidez (0.599), la mayor correlación negativa con la dureza (-0.388) y la más baja con la alcalinidad (0.081), en general las correlaciones son bajas. En el cuadro siguiente se han tabulado los eigenvalores, su porcentaje de varianza y la varianza porcentual acumulada.

**Cuadro 8.40 Eigenvalores y varianza porcentual.**

E'valor	Varianza %	Varianza % acum.
3.7725	47.16	47.16
2.5960	32.45	79.61
0.9971	12.46	92.07
0.5545	6.93	99.00
0.0799	1.00	100.00
0.00	0.00	100.00
-1.E-05	-0.01	100.00
-1.E-05	-0.01	100.00

Los tres primeros eigenvalores tienen las varianzas más altas, que acumuladas explican el 92.07 % del sistema analizado.

A la matriz factorial resultante se le aplicó una rotación Varimax, que permiten hacer más evidente la disposición espacial de las variables. El resultado para los cuatro eigenvalores (99 %), se muestra a continuación:

**Cuadro 8.41 Matriz factorial rotada (Varimax).**

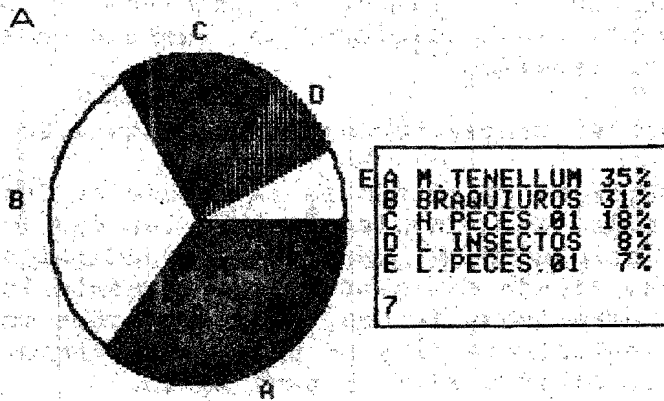
Variable	Factores:			
	I	II	III	IV
Larvas	0.047	-0.053	-0.164	0.983
Temperatura	-0.322	0.367	0.866	-0.101
pH	0.908	0.191	-0.331	0.166
Turbidez	0.741	-0.199	-0.385	0.499
Dureza	-0.107	0.259	0.935	-0.215
Alcalinidad	-0.981	-0.148	-0.001	0.122
Oxígeno	0.327	0.877	0.246	-0.125
Salinidad	-0.011	0.943	0.288	-0.014

De acuerdo a Crisci y López (1983), estos valores se consideran como la contribución que cada variable aporta a cada factor. En la figura 8.21 se observa la disposición relativa de las variables dentro del espacio multifactorial dado por los tres primeros factores, en un gráfico tridimensional, en el cual la asociación de las diversas variables se observa en relación a los tres principales factores. El número de larvas se encuentra asociado positivamente con la turbidez, el pH y el oxígeno, y negativamente con la alcalinidad, la dureza y la temperatura, las cuales se encuentran asociadas entre sí, también la asociación con la salinidad es negativa pero en un menor grado.

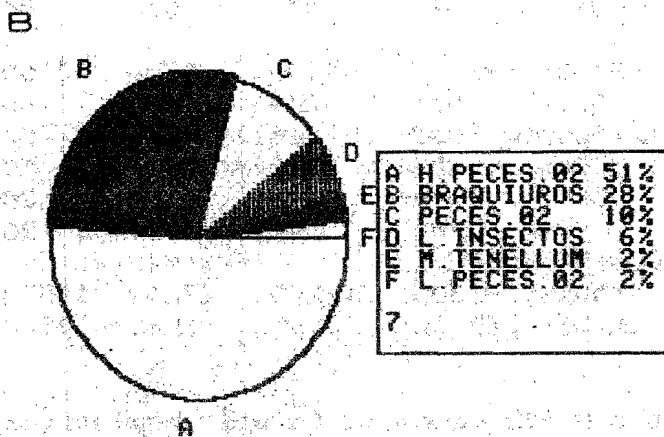
La última fase de este análisis es la identificación de cada uno de los factores, en función de las variables que lo componen, de acuerdo a ello se tiene que el factor I, esta determinado fundamentalmente por el sistema de variables alcalinidad y pH-turbidez en relación inversa, se interpreta como factor estuarino-limnético, el factor II, por el oxígeno-salinidad, que se interpreta como condiciones marinas y el factor III por temperatura-dureza, con una interpretación a condiciones estuarino-marinas.

La conclusión a la que lleva el presente análisis es que el número de larvas en una etapa prebentónica, dado lo avanzado de la temporada larval, buscan condiciones más limnéticas, para el inicio de su futura vida en aguas dulces, particularmente en los ríos, estas condiciones son: aguas más turbias, con mayor pH, con concentraciones más bajas de oxígeno, temperatura, salinidad y alcalinidad, que las encontradas en la laguna.





ENERO 1981



MARZO 1981

Fig. 8.22 Composición del zooplanktón en la Laguna de Chautengo.

A Enero 1980

B Marzo 1980

## Componentes zooplanctónicos generales:

Se analizan dos lagunas en cuanto a la composición general del zooplanctón, la laguna de Chautengo y la laguna de Coyuca, particularmente la posición que guardan en ella las larvas del langostino *M. tenellus*.

## Componentes zooplanctónicos en la Laguna de Chautengo.

Del material colectado en la Laguna de Chautengo, se analizó la composición del zooplanctón. En los cuadros 8.42a y 8.42b se observan los valores para los principales componentes del zooplanctón, siendo dominantes numéricamente los copepodos (97.16 y 96.37 %), para ambas fechas, Las estaciones con mayor abundancia fueron las estaciones 02 y 06 para ambas fechas con 29.37 y 31.26 % para enero; 31.14 y 28.96 % para marzo.

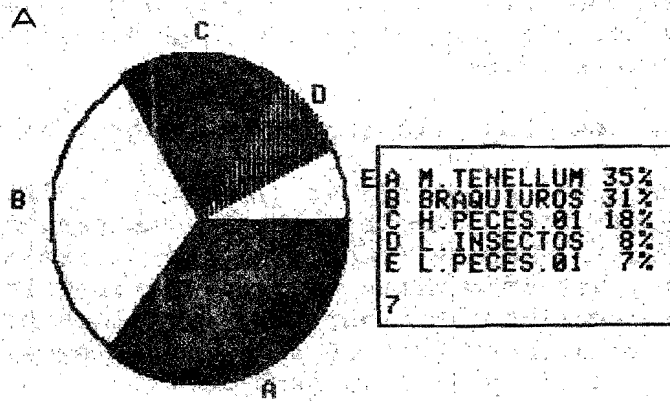
Cuadro 8.42a Composición del zooplanctón (enero 1980).

Estación	01	02	03	04	06	Total	%
Copepoda	62500	97200	44000	21300	103500	328500	97.16
<i>M. tenellus</i>	801	501	1200	99	801	3402	1.01
Braquiura	501	801	900	300	501	3003	0.89
H. Peces	300	600	99	201	500	1700	0.50
L. Peces	300	0	0	200	201	701	0.21
Insecta	99	201	99	201	202	799	0.24
Subtotal	64501	99303	46298	22301	105705	338105	
%	19.08	29.37	13.69	6.60	31.26		100.00

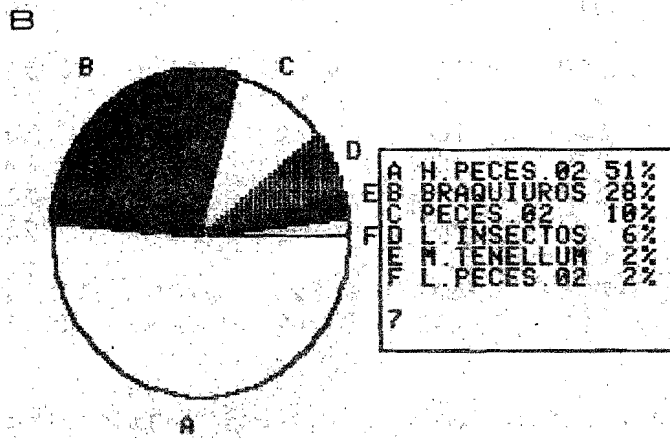
Cuadro 8.42b Composición del zooplanctón (marzo 1980).

Estación	01	02	03	04	06	Total	%
Copepoda	33500	100500	42200	58300	96900	331400	96.37
Braquiura	500	1100	600	700	600	3500	1.02
H. Peces	300	5500	0	200	400	6400	1.86
L. Peces	100	0	0	100	0	200	0.06
J. Peces	0	0	200	0	1100	1300	0.38
Insecta	200	0	300	0	300	800	0.23
<i>M. tenellus</i>	0	0	0	0	300	300	0.09
Subtotal	34600	107100	43300	59300	99600	343900	
%	10.06	31.14	12.59	17.24	28.96		100.00

Nota: H = Huevos, L = Larvas, J = Juveniles.



ENERO 1981

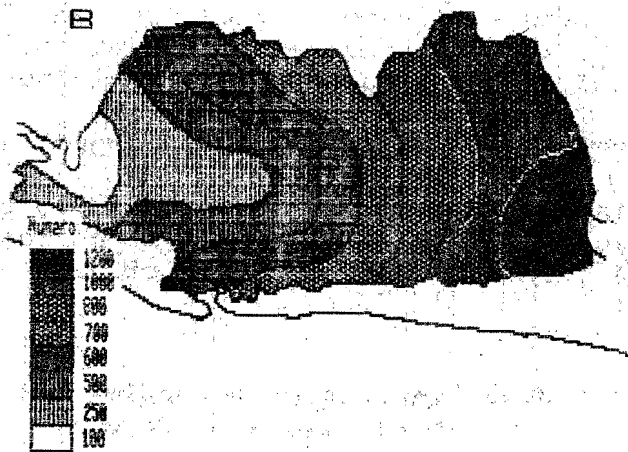
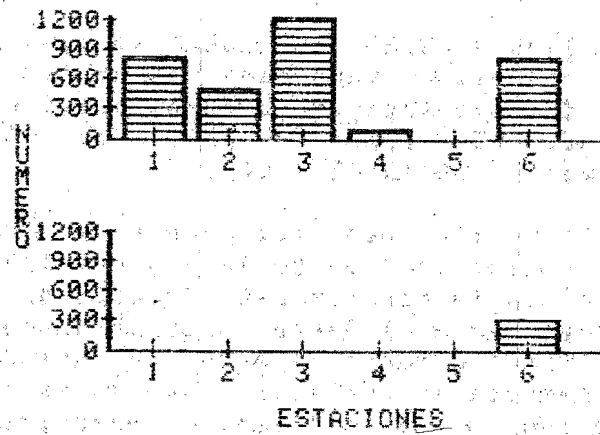


MARZO 1981

Fig. 8.22 Composición del zooplanctón en la Laguna de Chautengo.

A Enero 1980

B Marzo 1980


 A LARVAS *M. TENELLUM*

 Fig. 8.23 Larvas de *M. tenellum* en la laguna de Chautengo.

 A Abundancia en enero y marzo  
 B Patrón de distribución

Las larvas de *M. tenellum*, fueron más abundantes en enero (1.00 %) que en marzo (0.08 %). Excluyendo a los copépodos por su alta dominancia numérica, se realizaron los diagramas circulares de las figuras 8.22a y 8.22 b. Para enero las larvas de *M. tenellum* y las de cangrejos braquiuros (*Callinectes* spp), fueron las más abundantes (35 y 31 %). Para marzo los huevos de peces y las larvas de braquiuros, (51 y 28 %). Las larvas de *M. tenellum* pasan a quinto lugar (2 %) junto con las larvas de peces.

En la figura 8.23 se nota la abundancia numérica de las larvas de *M. tenellum*, para cada una de las estaciones y para las dos fechas de muestreo, se concentra las mayores abundancias en las estaciones 03 (1200) y en la 01 (801) en enero, la única estación de marzo fue la 03 (300).

La distribución espacial para el mes de enero se representó en el mapa de distribución de la figura 8.23, la mayor abundancia se concentra en la porción Este Sureste de la laguna, formandose un eje gradual hacia el Oeste Noroeste donde se encontró la menor abundancia. Prácticamente fueron encontradas larvas en toda la laguna. Se presenta una relación inversa entre el número de larvas de *M. tenellum* y la abundancia numérica total del resto del zooplanctón que se concentra hacia las estaciones 02 y 06, esto es el centro y el Oeste Noroeste de la laguna. esto concuerda con la distribución general del zooplanctón que presenta Martínez (1977), para la misma laguna en el mes de mayo, de acuerdo a este autor para el resto del año el patrón de distribución cambia, desplazándose las mayores abundancias hacia el Este Sureste (julio-agosto), y hacia la parte oriental (noviembre).

#### Componentes zooplantónicos en la Laguna y Río de Coyuca:

Para la Laguna y Río de Coyuca Guzmán *et al* (1978), reporta los resultados del análisis zooplantónicos. En el cuadro a continuación se lista los principales grupos y subgrupos encontrados:

**Cuadro 8.43 Componentes generales del zooplanctón en la Laguna de Coyuca.**

Grupos:	Subgrupos:
Cladóceros	
L. Decápodos	
L. Insectos	
L. Peces	
Peces	
Copépodos;	Cyclopòdia
	Calanòidea
	Harpacticòidea

Nota: L = Larvas

En relación a los parámetros ambientales y particularmente a la salinidad las larvas de los crustáceos decápodos, fueron encontradas en condiciones oligohalínicas (salinidad de 0.5 a 5.0 ppm) en cantidad reducida (2 larvas), en condiciones limnéticas (salinidad de 0.0 a 0.5 ppm), fueron encontradas 967 larvas, en las estaciones 02 y 03 que se encuentran en la parte estuárica del Río Coyuca y en las estaciones 03, 04 y 05 en el canal (Ver figura 6.5).

Dado que el Río Coyuca vierte sus aguas en la Laguna de Coyuca a través del Canal Lagartero y que en el río, en su estuario y en sus afluentes se han registrado diversas especies de *Macrobrachium*, particularmente *M. americanum*, *M. diguetii*, *M. acantochirus* y *M. occidentale* (Guzmán 1978; Villalobos et al 1982; Granados 1984), se considera que estas larvas pertenecen al género *Macrobrachium*. La ausencia de claves para estadios larvales dificulta su identificación anivel de especie.

#### 8.4.4 Reproducción.

La reproducción en su sentido más amplio, implica la aparición de nuevos individuos en la población. El proceso de la reproducción suele ser en general un proceso discreto, es decir discontinuo en el tiempo. En efecto la mayor parte de la producción de la progenie en una población, suele limitarse a un intervalo generalmente corto del período de vida de los organismos, encontrándose desde luego en el mundo animal un rango bastante amplio sobre lo que puede representar el intervalo de reproducción tal como lo considera Rabinovich (1980).

Aún considerándose el proceso discontinuo de la reproducción, se puede observar que en la mayoría de los grupos animales, la intensidad, duración y la modalidad en que se lleva a cabo dicho proceso suele ser sumamente variable, incluso para la misma especie. El proceso de reproducción si bien esta sujeto a una cantidad de variables extrínsecas, presenta modalidades muy ligadas a las características de la especie. En general los organismos deben responder a los cambios medioambientales utilizando la estrategia reproductiva más adecuada para asegurar la supervivencia de la progenie (Guzmán, 1982). La estrategia reproductiva que mantiene en equilibrio a la población de acuerdo a Pianka (1974), depende fundamentalmente de aspectos tales como supervivencia, fecundidad, densidad de la población, estructura sexual y tiempo de vida.

Para el estudio de la reproducción se ha tomado únicamente como material a las hembras del langostino *M. tenellum*, debido a la presencia de huevecillos portados en los pelópodos y la mayor transparencia del cefalotórax. Partiendo de la base de que los fenómenos fisiológicos que acontecen en relación a la madurez sexual se presentan paralelamente en hembras y machos, para que al llegar la época de reproducción ambos sexos concurren a ella simultáneamente.

### Secuencia reproductiva:

La proporción mensual de cada uno de los estadios de madurez, fué la base del estudio. Al observar las figuras 8.24a, b y c, observamos que las proporciones de hembras para cada uno de los estadios, forman una serie de distribuciones normales, las cuales se van desplazando en tiempo de acuerdo a como van pasando de un estadio de madurez a otro, las hembras. Para el ciclo 1975-1976, realizado en las Lagunas de Mitla y Tres Palos y para el ciclo 1980-1981 en la Laguna de Tres Palos, los datos de las distribuciones observadas fueron ajustados a una distribución teórica normal, significativamente a un nivel Alfa (0.05).

### Temporada de reproducción:

Analizando las figuras 8.24a, b y c, se observa que en general las diversas lagunas y estaciones mantienen un patrón general, que define adecuadamente para Mitla y Tres Palos, la temporada de reproducción. El punto máximo de la temporada para hembras maduras (H.II) corresponde al mes de agosto en ambas estaciones, y para hembras ovigeras (H.III) a finales de septiembre en Mitla (Camalote) y principios de Octubre en Tres Palos (Arenal) este ligero desfase, es debido al ajuste, ya que las modas se corresponden en el mes de octubre, coincidiendo con los datos observados. Truesdale y Mermilliod (1979) mencionan para *M. ohione* de rios costeros de Louisiana, que la mayor proporción de hembras ovigeras se presenta en abril y mayo.

Para demostrar que la reproducción no es constante a lo largo del año, se compararon las frecuencias mensuales entre si y con respecto a su media. Los resultados observados y teóricos para los estadios II y III, se presentan a continuación.

### Cuadro 8.44 Prueba de Chi cuadrada para estadios II y III.

Laguna Estación	Estadio	X <sup>2</sup> Observado	X <sup>2</sup> Teórica	Frecuencia esperada
Mitla	H. II	121.63	55.06	6.58
Camalote	H.III	103.53	56.11	10.08
T.Palos	H. II	257.15	98.34	5.33
Arenal	H.III	498.34	266.64	3.75

Para todos los casos se tiene que la X<sup>2</sup> observada es mucho mayor que la esperada teóricamente para 10 grados de libertad es:

$$X^2 (0.05) = 18.307$$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que las frecuencias son iguales para todos los meses.

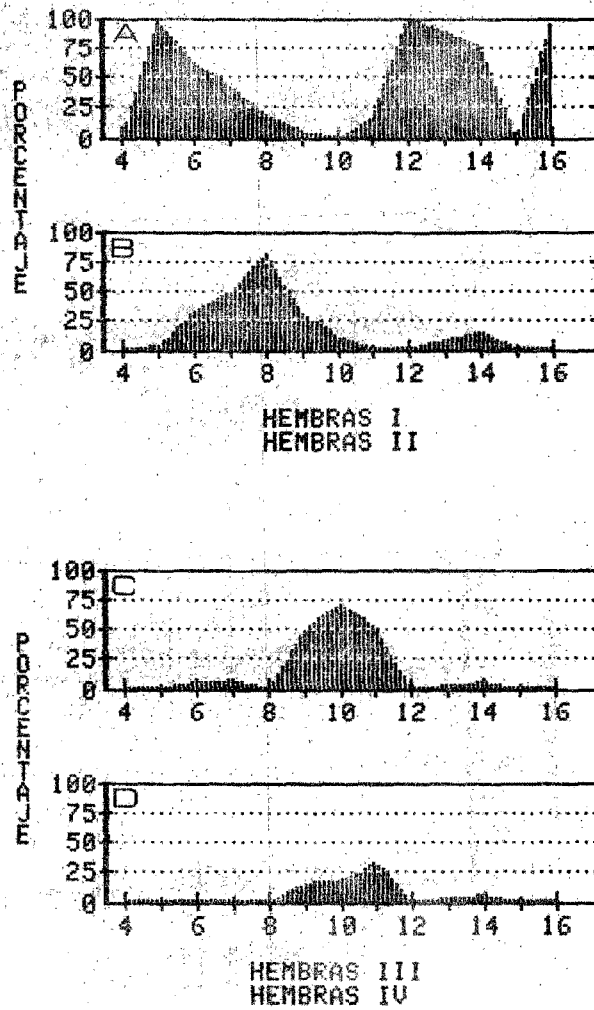


Fig. 8.24a Secuencia reproductiva en hembras.  
Mitla: Camalote 1975-1976.

A Hembras I    C Hembras III  
B Hembras II    D Hembras IV



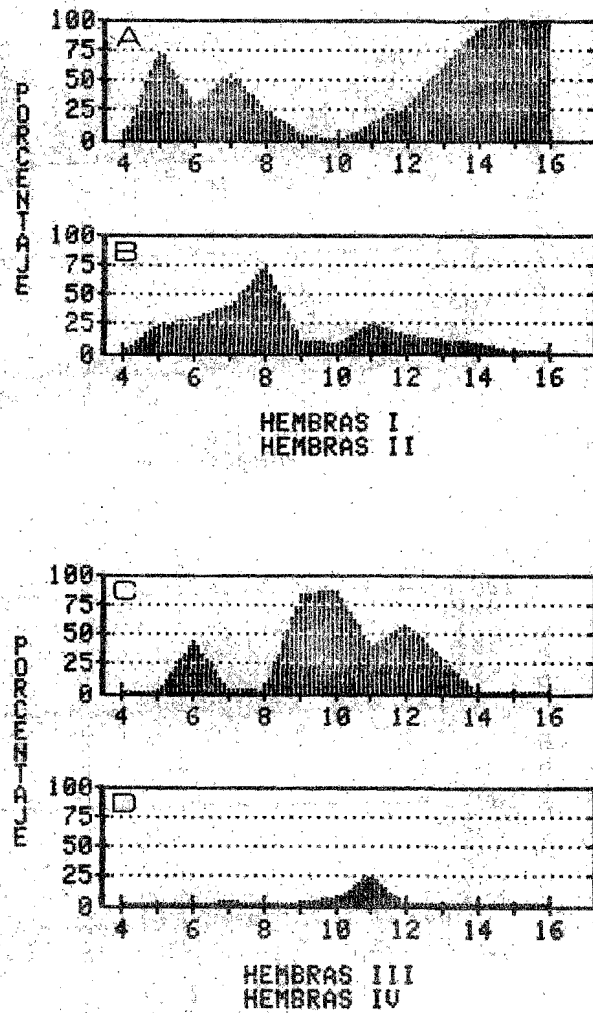


Fig. 8.24b Secuencia reproductiva en hembras  
Tres Palos: Arenal 1975-1976.

A Hembras I C Hembras III  
B Hembras II D Hembras IV

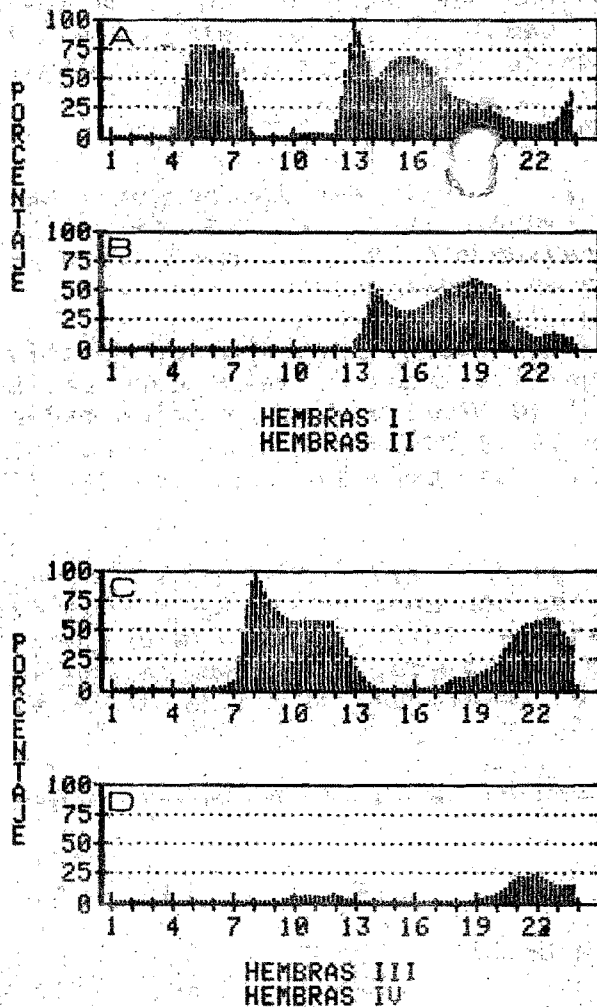


Fig. 8.24c Secuencia reproductiva en hembras  
Tres Palos: 1980-1981.

A Hembras I    C Hembras III  
 B Hembras II   D Hembras IV

Lackey y Hubert (1977), utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, determinan la similitud de una característica biológica entre dos poblaciones, que en este caso fué la proporción de hembras en todos los estadios y para las Lagunas Mitla (Camalote) y Tres Palos (Arenal), el ajuste se hizo con una ecuación de tipo potencial de la forma:

$$\ln P_1 = \ln a + b \ln P_2 \quad (8.15)$$

Donde  $(P_1)$  y  $(P_2)$ , son las proporciones correspondientes para cada Laguna. Los valores de cada proporción fueron transformados previamente  $(P + 1)$ , para evitar errores de valores 0 al transformarse en logaritmos.

En los resultados se presentan correlaciones medias y altas, positivas y significativas. La mayor correlación se presenta entre los estadios I (0.976), una correlación media se presenta en los estadios III y IV (0.796 y 0.722), y la correlación más a baja en el II (0.682). Las correlaciones son significativas a un nivel Alfa (0.05).

Se utilizó un análisis de Varianza (Anova), de dos vías, para comparar entre las dos Lagunas (Mitla y Tres Palos), la proporción de hembras maduras (H.II) y hembras ovigeras (H.III), para cada mes del ciclo estudiado. Cada uno de los datos fué transformado como  $(X + 1)$ . Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 8.45a Tabla de Anova. Hembras III.

	S.C.	g.l.	C.M.	F
Tratamientos	10.23	1	10.35	0.09
Error	2287.09	20	114.35	
Total	2297.32	21		

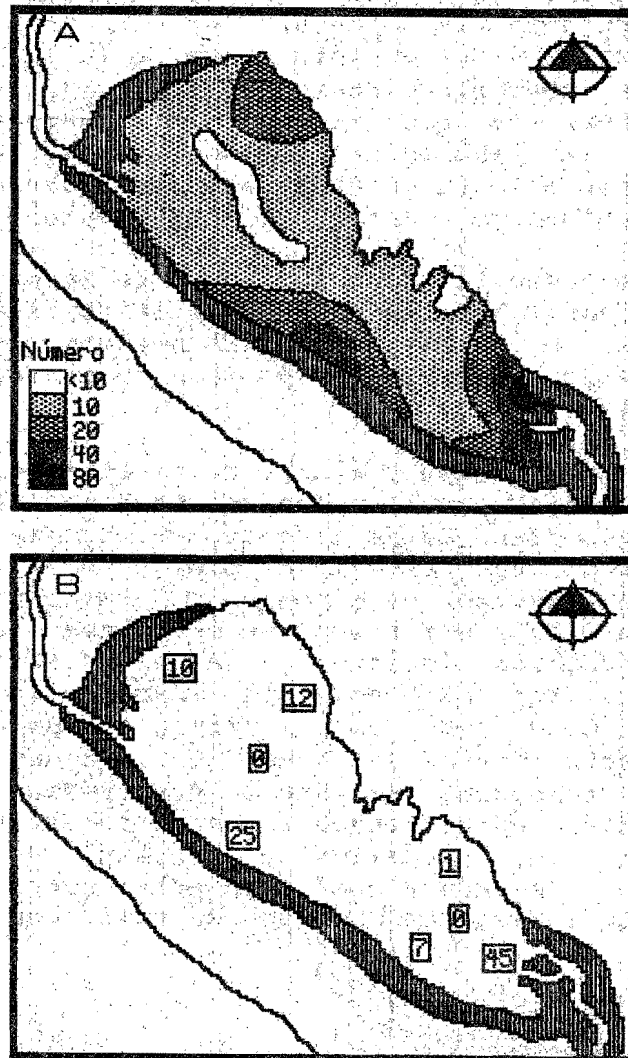
Cuadro 8.45b Tabla de Anova. Hembras IV.

	S.C.	g.l.	C.M.	F
Tratamientos	290.91	1	290.91	1.09
Error	5336.36	20	266.82	
Total	5627.21	21		

La F teórica para ambos casos fue:

$$F_{0.05} (1, 20, 21) = 2.10$$

Siendo mayor que las F observadas (0.09 y 1.09), se concluye que los ciclos reproductivos en ambas lagunas no son significativamente diferentes a un nivel Alfa (0.05).



**Fig. 8.25** Distribución de hembras ovigeras en la Laguna de Tres Palos.

A Distribución media anual  
B Número medio anual

En la figura 8.26 se presenta un mapa con los patrones de distribución y abundancia anual de las hembras ovigeras, para la Laguna de Tres Palos en el ciclo 1981. Se observa que la mayor concentración de hembras II (Ovigeras), se presenta en la zona cercana a la boca del canal intermareal que comunica la laguna con el mar, presumiblemente, por la influencia de las corrientes provocadas, durante la apertura de la boca, que estimulan migraciones locales y que en esta parte de la laguna se encuentran las más altas concentraciones de salinidad, la consecuencia de estas migraciones es que llevan a las hembras a una posición adecuada para la liberación de sus larvas, las que fácilmente pueden encontrar a lo largo del canal las aguas salobres (mayores en concentración salina a las del cuerpo lagunar).

La laguna presenta otras dos zonas de menor importancia, una de ellas en la parte Nor-Este y otra en la parte Centro-Sur, en la parte profunda de la laguna no se presentan hembras II, en el resto del cuerpo lagunar es posible encontrar hembras II en densidades bajas.

En las figuras 8.26a y 8.26b, se sintetizan los aspectos más sobresalientes tanto de la reproducción como del ciclo vital del langostino *M. fenellus*. Se ha diseñado un esquema que representa a un ente biológico ideal (esfera con ojos y boca), que en este caso representa al langostino, el fenómeno biológico correspondiente es marcado con una flecha enmarcada, se presentan cuatro aspectos, el tipo de reproducción (oviparo), la conducta respecto a los huevecillos (cuidado materno), la forma de la puesta (fijación corporal), en este caso es el propio cuerpo de la hembra y el lugar de la puesta (dentro del agua), En la segunda ilustración se representa la temporada del año en que se encuentra cada una de las formas vitales representadas (reproductores, Hembras ovigeras, huevecillos, larvas, juveniles y adultos) del langostino. De acuerdo a lo observado y analizado este cuadro es común a todas las lagunas estudiadas, con muy ligeras modificaciones.

#### 8.4.5 Alimentación.

La demanda de energía de un animal, se divide en dos tipos: el primero está asociado con el mantenimiento de funciones vitales para la sobrevivencia del animal, cuando esto se ha satisfecho, la energía remanente es utilizada para el crecimiento, la maduración y la reproducción.

Los langostinos adultos en su medio natural son omnívoros y detritívoros (Fig. 8.26c), con un amplio espectro trófico. Consumen insectos y sus larvas, vegetales, pequeños moluscos y crustáceos, anélidos, detritus orgánico y restos de organismos (peces) y si están hambrientos pueden llegar al canibalismo (Ling, 1962 y 1969), particularmente en el momento de la muda (Cabrera, 1980). En cautiverio aceptan alimento artificial.

En los estadios larvales, el alimento utilizado es el fito y zooplankton. En cultivos controlados las larvas son alimentadas con nauplios del crustáceo *Artemia salina* (Dugger y Dobkin, 1975; Wickins, 1976). Las postlarvas gradualmente transforman su alimentación hasta llegar a la alimentación típica de los adultos. En cultivo también se les suministra alimento preparado a base de harina de pescado (Wickins, 1976) o una mixtura de alimentos balanceados (Foster, 1970), a los cuales se les adiciona vitaminas y minerales.

Las proteínas son requeridas más que cualquier otro componente de su dieta. (Deshinaru y Shigueno, 1972), los niveles óptimos en la dieta, se encuentra entre el 27 y el 35% de proteína. Stephenson y Simmons (1976) en sus estudios de respiración y crecimiento de larvas de *M. rosebergii*, encuentran que los requerimientos calóricos de las larvas son aproximadamente 7 veces más altas que para los langostinos juveniles, esto se debe a su más rápido desarrollo.



### 8.5 Dinámica poblacional.

En este tema se ha abordado la estructura de la población de *M. tenellus*, particularmente en la Laguna de Tres Palos en el ciclo 1981, se analiza la estructura de la población total y por formas vitales: juveniles, hembras y machos, por clase de talla. Se analiza también la estructura para cada una de las formas vitales para cada uno de los meses y para cada clase de talla. Se presenta la composición por longitud total, por longitud del cefalotórax y por longitud del II pereópodo, para las hembras y machos. En especial la evolución de la composición estadística de la longitud total se analiza para el ciclo 1981, para hembras y machos. Finalmente se estima para ambos sexos la longitud del 50 %.

#### 8.5.1 Estructura de la Población.

##### Composición de la población por forma vital y clase:

En el cuadro 8.46 se observa la composición por longitudes de juveniles, hembras, machos y todos juntos de la Laguna de Tres Palos en el ciclo 1981. Para juveniles el rango se encuentra entre la clase 17.5 y la 77.5 mm., presentándose un máximo en las clases 42.5 y 47.5 (87 organismos), el rango en las hembras fluctuó entre la clase 22.5 a la 107.5, su máximo en la clase 67.5 (256 individuos), los machos fluctúan de la clase 27.5 a la 142.5, con un máximo en la clase 57.5 (160 individuos). La distribución de los machos es más amplia y menos abundante en número de individuos que en las hembras. Por lo tanto la composición total fluctuó de la clase 17.5 a la 142.5, la clase más abundante fue la 57.5 (409 individuos). La forma de la curva de la composición acumulada (Fig. 27b) tiene un comportamiento lognormal.

##### Composición de la población por forma vital, clase y mes:

Al desglosar la estructura de la población correspondiente a los organismos juveniles, por mes del año, se tuvo para el ciclo de 1981, que la presencia de juveniles estuvo a lo largo del año, siendo el mes de mayo donde se presentó la mayor abundancia, es la época de reclutamiento, la clase dominante de este mes fue de 47.5 mm (184 individuos). Otros meses de abundancia fueron junio (66 individuos) y julio (52 individuos). Los resultados se presentan en el cuadro 8.47 y en la figura 8.27.

La presencia de las hembras, es también a lo largo del año, en el mes de julio (760 individuos) se presenta la máxima abundancia en la clase 67.5 (143 individuos), otros meses donde son abundantes va de mayo a agosto. Los valores se observan en el cuadro 8.48 y en la figura 8.27.

Para los machos el mes de julio (632 individuos) fue también el más abundante, con la clase 62.5 (76 individuos), el período donde otros meses son abundantes es el más amplio que en las otras formas vitales y abarca desde abril a octubre.



Cuadro 8.46 Composición por longitud, todas (81).

Clase	Juvenil	Hembras	Machos	Total	Proporción
17.5	2.00			2.00	
22.5	5.50	1.00		6.50	
27.5	5.60	2.50	4.30	12.40	0.58
32.5	20.90	3.70	2.90	27.50	1.28
37.5	45.10	11.60	18.70	75.40	0.62
42.5	87.30	41.30	47.30	175.90	0.87
47.5	87.20	98.60	107.10	292.90	0.92
52.5	72.10	165.90	148.30	386.30	1.12
57.5	28.70	220.20	159.90	408.80	1.38
62.5	7.80	243.40	144.80	396.00	1.68
67.5	2.30	255.90	117.10	375.30	2.19
72.5	0.90	220.20	80.70	301.80	2.73
77.5	0.90	173.60	60.40	234.90	2.87
82.5		110.90	49.80	160.70	2.23
87.5		74.40	44.20	118.60	1.68
92.5		36.70	44.20	80.90	0.83
97.5		15.00	44.40	59.40	0.34
102.5		5.90	44.70	50.60	0.13
107.5		1.30	40.70	42.00	0.03
112.5			33.10	33.10	
117.5			26.90	26.90	
122.5			18.30	18.30	
127.5			12.20	12.20	
132.5			4.10	4.10	
137.5			1.30	1.30	
142.5			0.30	0.30	
<b>Total:</b>	<b>366.30</b>	<b>1682.10</b>	<b>1255.70</b>	<b>3304.10</b>	
<b>Media:</b>	<b>28.18</b>	<b>93.45</b>	<b>52.32</b>	<b>127.08</b>	<b>1.26</b>

Cuadro 8.47 Composición de longitudes en juveniles (81).

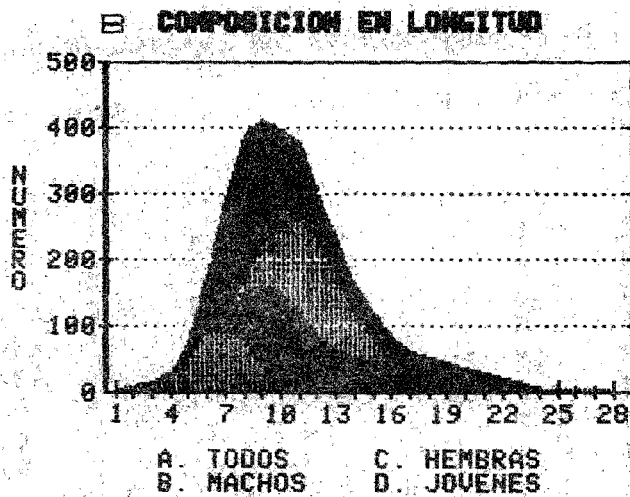
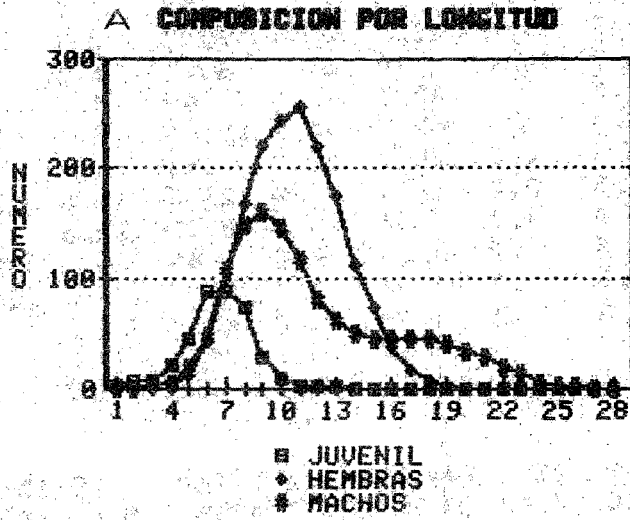
Clase	Ene	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Sep	Oct	Nov	Total
17.5	2									2
22.5	5.5									5.5
27.5	4			.3	.7	.3			.3	5.6
32.5	2.7	.7		7	4	5.5		.3	.7	20.9
37.5	.7	2		18.3	13	9.3	.7	.3	.7	45
42.5	2.3	2		43	22.7	14.7	2	.3	.3	87.3
47.5	3.3	4.3	.3	54	12	12	1.3			87.2
52.5	3.7	7	.3	41.7	11.7	7	.7			72.1
57.5	1.7	6	1	17	1.3	1.7				28.7
62.5	.7	3.7	.7	1.7		1				7.8
67.5		.3	.7	.7	.3	.3				2.3
72.5			.3	.3	.3					.9
77.5			.3	.3	.3					.9
<b>Total:</b>	<b>26.6</b>	<b>26</b>	<b>3.6</b>	<b>184.3</b>	<b>66.3</b>	<b>51.8</b>	<b>4.7</b>	<b>.9</b>	<b>2</b>	<b>366.2</b>
<b>Media:</b>	<b>2.66</b>	<b>3.25</b>	<b>0.51</b>	<b>16.75</b>	<b>6.63</b>	<b>5.76</b>	<b>1.18</b>	<b>0.30</b>	<b>0.50</b>	<b>28.17</b>

Cuadro 8.48 Composición de longitudes en hembras (81).

Clase	Ene	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Total
22.5	1										1
27.5	2.5										2.5
32.5	2		.7			.7	.3				3.7
37.5	1	.3	3.5	1	.3	4	.5	1			11.6
42.5	.3	2	7.3	5	11	11	1.7	3			41.3
47.5		2.7	10.6	21.7	24.7	32.3	2.3	3.3	1		98.6
52.5		7	10.6	40	39.3	60.7	3.3	3	2		165.9
57.5		11	7.3	53.3	47.3	92	4.3	2.7	2.3		220.2
62.5		13.3	5.7	42.7	43.7	121.3	8.7	3.7	3.3	1	243.4
67.5		10.7	5.3	26.7	37.7	143	14	9	7	2.5	255.9
72.5		7.3	3.7	16.3	28	122.3	15.6	17.3	8	1.7	220.2
77.5		4	1.7	11.7	16.3	87.3	12.6	30	9.3	.7	173.6
82.5		2.3	.7	11.3	9.3	42	6.7	32.6	5.7	.3	110.9
87.5		.3	.7	8	5.7	25.3	3	26.7	4	.7	74.4
92.5		.3	.3	5	4.7	10.7	1	13	1	.7	36.7
97.5				2	3	4.3	.7	4	.7	.3	15
102.5					1.3	2.3	.3	1.7	.3		5.9
107.5					.3	.7		.3			1.3
Total:	6.8	61.2	58.1	244.7	272.6	760	75	151.3	44.6	7.9	1682
Media:	1.36	5.10	4.47	18.82	18.17	47.50	5.00	10.09	3.72	0.99	93.45

Cuadro 8.49 Composición de longitudes en machos (81).

Clase	Ene	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Total
27.5	4								.3		4.3
32.5	2.6								.3		2.9
37.5	2	1	2.5			9			.7	3.5	18.7
42.5		1.3	6			23	5	6	3	3	47.3
47.5		2.3	10.3	11.1	.5	49.3	9.3	10.3	10	4	107.1
52.5		3.7	13.3	15	.3	69.7	14	14.3	13.7	4.3	148.3
57.5		6.3	13	20.7	2	70.3	14	14.3	13	6.3	159.9
62.5	.3	7	10.3	15.7	2.3	76.3	12.6	8.3	7	5	144.8
67.5	.3	8	9.7	11	4	63	9	4.7	3.7	3.7	117.1
72.5	.7	3	7	6.7	3	46.7	7	2.3	3	1.3	80.7
77.5	.3	4.3	5.7	7.3	4.7	28.7	3.7	2	2.7	1	60.4
82.5	.7	2.7	4	7.7	6	20.6	2.7	1.7	3	.7	49.8
87.5	.3	1.1	2.7	7.7	7.7	18.3	1.4	2	2.3	.7	44.2
92.5			1	7.3	10	19.3	1.3	3	2	.3	44.2
97.5			.3	5.7	9.7	22.7	2	2	2		44.4
102.5			.3	6.3	7.7	25	2	1.7	1.7		44.7
107.5				5.7	5.3	25.3	1.7	.7	2		40.7
112.5				4.7	7.1	19.3	1.3		.7		33.1
117.5				2	6.3	17.3	1		.3		26.9
122.5				1	4.7	11.3	1		.3		18.3
127.5				.3	.3	11.3	.3				12.2
132.5						4.1					4.1
137.5						1.3					1.3
142.5						.3					.3
Total:	11.2	40.7	86.1	135.9	81.6	632.1	89.3	73.3	71.7	33.8	1256
Media:	1.24	3.70	6.15	7.99	4.80	28.73	4.96	5.24	3.59	2.82	52.32
T. H+M	18	101.9	144.2	380.6	354.2	1392	164.3	224.6	116.3	41.7	2938



**Fig. 8.27 Composición por longitud total de *H. tenellum*.**

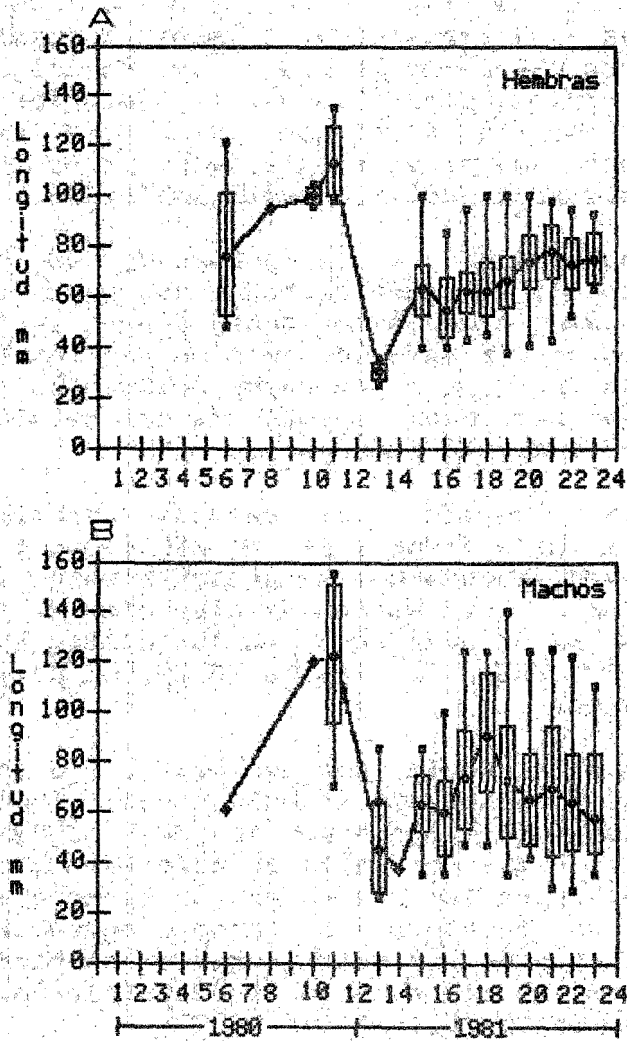
A Por forma vital  
B Composición acumulada

Para los ciclos 1980 y 1981, se desarrollaron las ilustraciones de la figura 8.28, donde se presentan para cada uno de los meses el intervalo de la longitud total, el valor medio y una desviación más-menos la media. Se han unido mediante un trazo los valores medios, para observar la evolución del valor medio de la longitud respecto al tiempo, tanto para las hembras como para los machos, esto nos permite establecer el ritmo de crecimiento de la especie, que será posteriormente analizado.

La composición de la población se presenta para las longitudes; total, del cefalotórax y del segundo pereopodo. Tal y como se había mencionado anteriormente para la longitud total, los machos presentan una mayor dispersión que las hembras, aun cuando estas últimas presentan una mayor abundancia y las curvas siguen un patrón lognormal. Para la longitud del cefalotórax, se presenta el mismo comportamiento lognormal.

Para la longitud del segundo pereopodo, las hembras mantienen una baja dispersión, se mantienen en el rango de 1 a 8 (Cm), la mayor abundancia se presenta entre las clases de 3 a 4 (Cm), en cambio los machos se dispersan de la clase 1 a la 27, presentando su mayor abundancia en las clases 2 a 6, con un máximo en la clase 3. En la figura 8.29, se presentan las gráficas correspondientes.

Para establecer la longitud del 50 % o la longitud promedio para hembras y machos, se acumulo la distribución de frecuencias de la longitud total, antes mencionada y se desarrollo la gráfica de la figura 8.30, en ella se observa una coincidencia en las tallas del 50 % para los dos sexos, en torno a la longitud de 6.90 (Cm). la curva presenta una forma claramente sigmoide para las hembras, pero no para los machos, debido en parte a la amplitud de la parte negativa de la curva de distribución, dada por la mayor dispersión de clases de longitud.



**Fig. 8.28** Composición por longitud total de *N. tenellus*.

A Hembras

B Machos

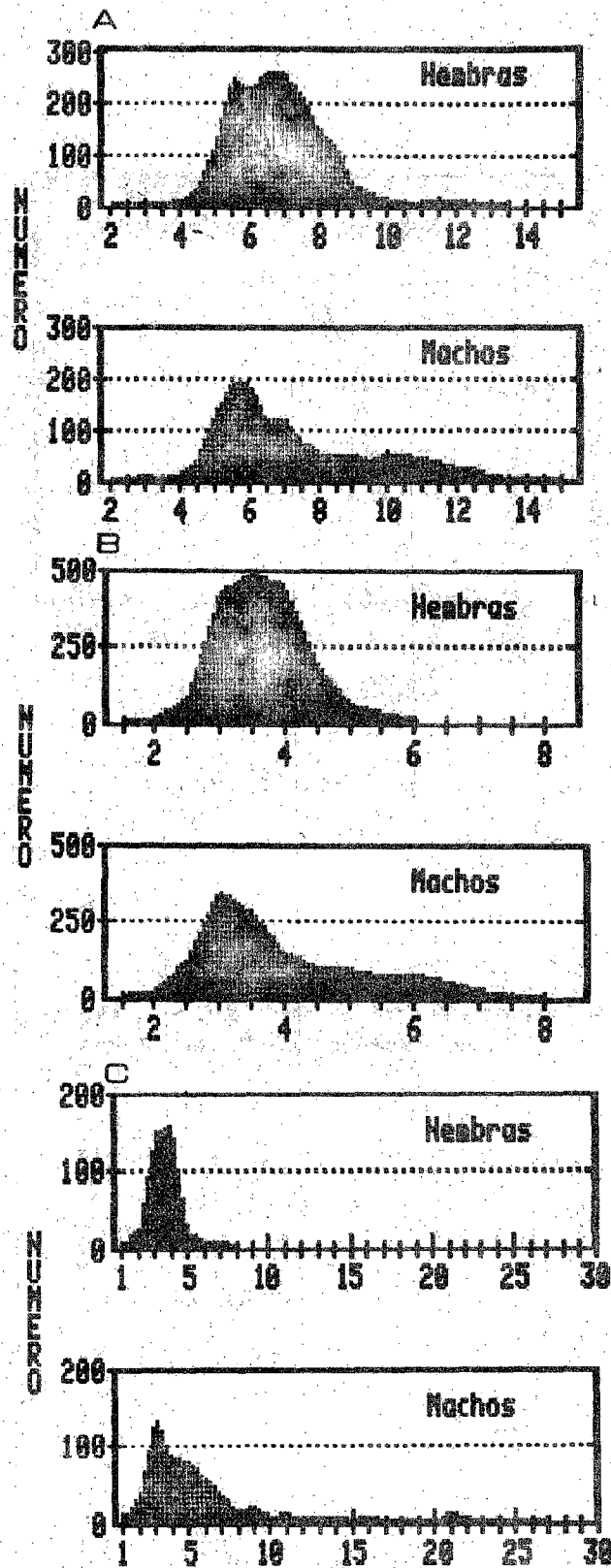


Fig. 8.29 Composición por longitudes de *N. tenellus*.

- A Longitud total  
 B Longitud cefalotórax  
 C Longitud pereiópodo II

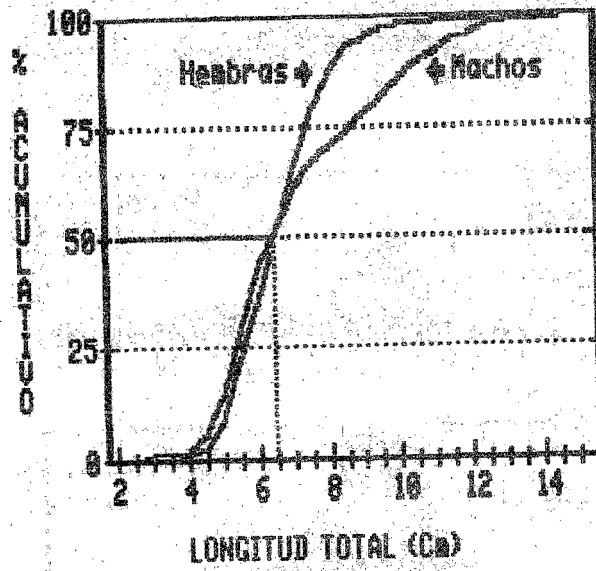


Fig. 8.30 Longitud del 50 % para hembras y machos de *A. tenellus*.

### 8.5.2 Reclutamiento.

El reclutamiento es uno de los factores aditivos de la población, el cual representa la incorporación de nuevos individuos a la misma. En este tema se analiza la magnitud del reclutamiento al área y al arte de pesca de *M. tanellus*, mediante métodos de reducción de poblaciones.

#### Estimación poblacional basados en el método de reducción:

La estimación del tamaño poblacional a partir de métodos de reducción de poblaciones, se basa en la disminución del tamaño de la población y de la tasa de captura, este método dependerá de una reducción significativa de la captura. El método fue desarrollado originalmente por De Lury (1951) y Leslie (1952).

Si se toman una serie de muestras sucesivas de una población y no se devuelven los individuos, habrá una reducción en el número de los individuos capturados en cada muestra tomada posteriormente, si la tasa de reducción de las capturas es constante, esto puede medirse y usarse para estimar el tamaño de la población total.

Las condiciones para que este método puede aplicarse satisfactoriamente están dadas por Ricker (1958), Cox (1967) y Rabinovich (1980) y son:

1. Todos los individuos de la población deben tener la misma probabilidad de ser capturados, por lo que el muestreo debe ser aleatorio.
2. La capturabilidad de la población no debe mostrar variaciones significativas durante el muestreo, esto es la tasa de reducción de las capturas debe mantenerse constante.
3. La disminución de la población debida a la captura debe introducir una reducción significativa en la siguiente captura.
4. Factores como mortalidad natural o migración deben ser compensatorios o despreciables en el lapso de tiempo del experimento, lo que implica que debe hacerse en períodos cortos y en áreas reducidas.

Dada la diversidad de autores que utilizan el mismo principio metodológico pero con algunas variantes en la notación, es necesario el uso de una anotación comparativa, para una mejor comprensión, la cual se presenta en el cuadro siguiente.



Cuadro 9.50 Notación comparativa.

Variable	Símbolo	Autor	Año
Población inicial	$N_0$	-----	----
Población sobreviviente en el tiempo $t$	$N_t$	-----	----
Captura en el tiempo $t$	$C_t$	De Lury	1951
Captura por unidad de tiempo	$dC/dt$	Doi	1975
Captura por unidad de esfuerzo en el tiempo $t$	$C_t/F_t$	Leslie	1952
Captura por unidad de esfuerzo	$y$	Cox	1974
Captura por intensidad de pesca en el tiempo $t$	$C_t/f$	Doi	1975
Captura por esfuerzo de pesca en el tiempo $t$	$C_t/x$	Doi	1975
Captura acumulativa en el tiempo $t$	$\sum C_t$	-----	----
	$K_t$	Leslie	1952
	$C_t$	Doi	1975
	$x$	Cox	1975
Coeficiente de capturabilidad	$q$	Leslie	1952
	$k$	De Lury	1951
	$c$	Rabinovich	1980
Esfuerzo de pesca en el tiempo $t$	$f_t$	-----	----
Esfuerzo de pesca	$x$	Doi	1975
Esfuerzo de pesca acumulativo en el tiempo $t$	$E_t$	-----	----
Esfuerzo de pesca total	$f$	Leslie	1952
	$E$	De Lury	1951
Abundancia de la población	$qN$	Doi	1975
Densidad de la población	$q_0$	Doi	1975

Consideraciones: la captura por unidad de tiempo es proporcional a la abundancia de la población, si el esfuerzo de pesca se mantiene constante y de acuerdo a la notación de Doi (1975) se tiene que:

$$dC / dt = q f N \quad (8.16)$$

Si se usa el esfuerzo de pesca en lugar de la intensidad de pesca se tiene entonces:

$$dC / dt = N (a/A) = a (N/A) = q_0 \quad (8.17)$$

Esto es la captura por unidad de tiempo es proporcional a la densidad si no hay cambio del esfuerzo de pesca.

Reescribiendo la relación  $(dC / dt)$  como  $(Ct)$ , debido a que la captura es función de la unidad de tiempo, las ecuaciones (8.16) y (8.17) se transforman en:

$$Ct / f = qN \quad (8.18)$$

$$Ct / f = a_0 \quad (8.19)$$

De acuerdo a estas ecuaciones la captura en la unidad de tiempo por la intensidad de pesca o por el esfuerzo pesquero es proporcional a la abundancia o densidad de la población.

Utilizando la notación de Leslie (1952) se tiene que la población en el tiempo  $t$  ( $N_t$ ), que puede ser capturada es igual a la poblacional original menos la población capturada acumulativamente ( $K_t$ ), por lo tanto se tiene:

$$N_t = N_0 - K_t \quad (8.20)$$

Incorporando los terminos de las ecuaciones (8.18) y (8.19):

$$Ct / ft = q N_0 - K_t \quad (8.21)$$

Un caso especial es cuando son usadas unidades de esfuerzo de pesca iguales en las capturas sucesivas, de esta forma se utiliza directamente la captura contra las capturas acumulativas:

$$Ct = q N_0 - q K_t \quad (8.22)$$

Zippen (in Ricker, 1975) pondera las capturas de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$i / N_0 - K_t \quad (8.23)$$

Asumiendo que la mortalidad natural es insignificante y que la emigración y la inmigración son compensatorias o inexistentes, la población decrece solo por la pesca, de esta manera la ecuación (8.18) se modifica como:

$$Ct / ft = q N_0 - \rightarrow Ct = q N_0 - q \rightarrow Ct \quad (8.24)$$

Si se grafica  $(C_t / f_t)$  contra  $(K_t)$  ó  $(C_t)$ , se tiene una relación lineal y por lo tanto se puede estimar el tamaño de la población  $(N_0)$  y el coeficiente de capturabilidad  $(q)$  mediante un análisis de regresión lineal de la forma:

$$Y = a + b X \quad (8.25)$$

Como un caso especial y considerando las pesquerías reales en grandes áreas y tomando en cuenta la mortalidad natural  $(M)$ , el reclutamiento  $(r)$ , la tasa de reproducción  $(K)$  y las migraciones, es posible usar para estos casos la siguiente ecuación:

$$C_t / f_t = q N_0 + K (N_a - M) N_b - c_t \quad (8.26)$$

En donde  $(N_a)$  es el número de adultos y  $(N_b)$  el número total de la población. Para el cálculo efectivo de esta ecuación son necesarias muchas suposiciones o determinar las constantes mencionadas.

El método de Leslie (1952), incorpora una corrección para el cálculo de la captura acumulativa  $(K_t)$ :

$$K_t = (K_{t-1}) + (C_{t-1})/2 + (C_t)/2 \quad (8.27)$$

Donde  $(K_{t-1})$  es la captura acumulativa en el intervalo de tiempo anterior  $(t-1)$ ,  $(C_{t-1})/2$  es la mitad de la captura tomada en el intervalo de tiempo anterior  $(t-1)$  y  $(C_t)/2$  es la mitad de la captura tomada en el intervalo de tiempo  $(t)$ . La primera captura acumulativa se toma como la mitad de la captura del primer intervalo de tiempo.

Los métodos de Cox (1974) y Doi (1975) difieren del anterior, en una simplificación del proceso, al no hacer correcciones a la captura acumulativa. En ambos casos las capturas acumulativas correspondientes al primer intervalo de tiempo son tomadas como cero.

La captura por reducción, en el intervalo de tiempo  $(t)$ , al graficarse contra la captura acumulativa  $(K_t)$ , se comporta linealmente y mediante el análisis de regresión lineal correspondiente, se obtiene una recta cuya pendiente es el coeficiente de capturabilidad  $(q)$ , y su intercepción con el eje de las abscisas, es una estimación de la población original  $(N_0)$ , ya que ella representa la extrapolación de la captura acumulativa  $(K_t)$  ó  $(C_t)$  y por lo tanto la población original, si fuera reducida a cero por las capturas sucesivas.

Substituyendo la ecuación de regresión lineal con la notación empleada en este método se tiene:

$$C_t = a + b K_t \quad (8.28)$$

Donde el coeficiente de capturabilidad  $(q)$  está dado por la pendiente  $(b)$ .

Una vez determinadas las constantes (a) y (b), se obtiene una estimación de la población original ( $N_0$ ) dada por:

$$C_t = 0, K_t' = N_0 \quad (8.29)$$

El método de De Lury (1951), puede iniciarse a partir de la ecuación (8.21), reescribiéndola como:

$$(C_t / f_t) = (q N_0) (N_t / N_0) \quad (8.30)$$

Aplicando logaritmos a los términos se tiene entonces que:

$$\ln (C_t / f_t) = \ln (q N_0) + (N_t / N_0) \quad (8.31)$$

Cuando la fracción de la población tomada por unidad de esfuerzo pesquero es pequeña (0.02 o menor), se puede usar un índice exponencial que muestra la fracción de la población permanente después del esfuerzo de pesca acumulativo ( $E_t$ ) en el tiempo ( $t$ ):

$$N_t / N_0 = e^{-q E_t} \quad (8.32)$$

Integrando las ecuaciones 8.21 y 8.22, se tiene:

$$\ln (C_t / f_t) = \ln (q N_0) e^{-q E_t} \quad (8.33a)$$

En términos de logaritmos comunes (Log 10), la ecuación se transforma en:

$$\log (C_t / f_t) = \log (q N_0) - (0.4343 q E_t) \quad (8.33b)$$

Por lo tanto en términos del análisis de regresión lineal, el cálculo de la población inicial se realiza al igual que el método anterior, con la ecuación 8.16, pero dado el uso de logaritmos se tiene:

$$N_0 = e^{(q N_t) / q E_t} \quad (8.34)$$

En las tablas siguientes se observan el número de organismos capturados por lance y por mes, así como los cálculos intermedios para cada uno de los métodos empleados, los parámetros de las ecuaciones de regresión y el número estimado de organismos para cada mes y para cada uno de los métodos.

Cuadro 8.51 Lances y organismos capturados.

Mes	Metodo	N	n	L'	L''	De
Feb	1	248	75	52.92		7.19
	2	177	75	50.97	52.31	6.40
	3	139	75	53.03		6.40
Mar	---	---	---	---	---	---
Abr	1	420	75	41.68		6.63
	2	328	75	44.72	44.36	6.39
	3	146	50	46.68		6.49
May	1	289	75	62.99		16.34
	2	272	75	59.28	63.34	18.89
	3	199	75	67.76		21.94
Jun	1	250	75	62.89		19.86
	2	192	57	71.07	65.61	22.14
	3	172	50	62.88		16.18
Jul	1	113	75	87.32		11.48
	2	80	75	81.15	80.83	12.07
	3	72	72	74.01		11.12
Ago	---	---	---	---	---	---
Sep	1	15	15	66.13		24.30
	2	7	7	87.43	85.77	19.29
	3	4	4	83.75		33.70
Total:		3123	1080	65.37	65.37	14.93

## Notacion:

N = Número de organismos  
 n = Submuestra  
 L' = Longitud media  
 L'' = Longitud media de 3 lances  
 De = Desviación estandar

Cuadro 8.52 Cálculos intermedios para cada uno de los métodos empleados.

Mes	Ct	>Ct	Ct/2	Kt	Et	Ct/ft	Ln Ct/ft
	248	248	124.00	124.00	0.50	248.00	5.51
Feb	177	425	88.50	336.50	1.50	177.00	5.18
	139	564	69.50	494.50	2.50	139.00	4.93
Mar	---	---	---	---	---	---	---
	420	420	210.00	210.00	0.50	420.00	6.04
Abr	328	748	164.00	584.00	1.50	328.00	5.79
	146	894	73.00	821.00	2.50	146.00	4.98
	289	289	144.50	144.50	0.50	289.00	5.67
May	272	561	136.00	425.00	1.50	272.00	5.61
	199	760	99.50	660.50	2.50	199.00	5.29
	250	250	125.00	125.00	0.50	250.00	5.52
Jun	192	442	96.00	346.00	1.50	192.00	5.26
	172	614	86.00	528.00	2.50	172.00	5.15
	113	113	56.50	56.50	0.50	113.00	4.73
Jul	80	193	40.00	153.00	1.50	80.00	4.38
	72	265	36.00	229.00	2.50	72.00	4.28
Ago	---	---	---	---	---	---	---
	15	15	7.50	7.50	0.50	15.00	2.71
Sep	7	22	3.50	18.50	1.50	7.00	1.95
	4	26	2.00	24.00	2.50	4.00	1.39

## Notación:

- Ct = Captura en el tiempo (t)  
 >Ct = Captura acumulada en (t)  
 Kt = Captura acumulada en (t) (Leslie)  
 ft = Esfuerzo de pesca en (t)  
 Et = Esfuerzo acumulado en (t)  
 Ln = Logaritmo natural

Esfuerzo de pesca: 1

Cuadro 8. 53 Parámetros de las ecuaciones de regresión, y número estimado de organismos.

Mes	Metodo	r	a	b	Ne
Feb	1	-.994	331.265	-.347	953.00
	2	-.996	282.362	-.296	953.00
	3	-.995	5.642	-.291	973.00
Mar	---	-----	-----	-----	-----
Abr	1	-.919	660.787	-.526	1252.00
	2	-.951	529.605	-.432	1231.00
	3	-.956	6.398	-.526	1130.00
May	1	-.907	351.796	-.183	1917.00
	2	-.923	323.374	-.171	1893.00
	3	-.931	5.801	-.187	1768.00
Jun	1	-.971	298.691	-.216	1382.00
	2	-.976	269.927	-.196	1377.00
	3	-.973	5.589	-.187	1430.00
Jul	1	-.953	140.175	-.272	515.00
	2	-.964	123.615	-.242	512.00
	3	-.956	4.801	-.225	540.00
Ago	---	-----	-----	-----	-----
Sep	1	-.995	30.005	-1.018	30.00
	2	-.992	21.162	-.806	26.00
	3	-.996	3.005	-.641	31.00

Notacion:

- r = Coeficiente de correlación
- a = Intercepto
- b = Pendiente (Capturabilidad)
- Ne = Número estimado de organismos

Clave de métodos :

- 1 = Cox y Doi
- 2 = Leslie
- 3 = De Lury

Partiendo de los resultados obtenidos en los cuadros anteriores por los tres métodos y dada la similitud de los resultados, se procedió a estimar una recta de regresión común, para cada uno de los meses. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 8.54 Constantes de la regresión y número estimado común.**

Mes	a'	b'	No'
Feb	298.560	-0.3111	960
Abr	597.465	-0.4950	1207
May	334.440	-0.1800	1858
Jun	279.200	-0.2000	1396
Jul	128.412	-0.2460	522
Sep	23.184	-0.8280	28

Siendo la columna (No'), la estimación del número total de organismos para cada una de los meses analizados.

#### Estimación del reclutamiento:

A partir de los datos obtenidos, mediante el método de reducción de poblaciones (cuadro 8.54), se plantea el problema de construir la distribución de frecuencias de tallas de la población en el tiempo, para lo cual se asume que los datos observados corresponden a una distribución normal (como variable biológica), cuyo comportamiento es un hecho universal, ampliamente discutido y tratado por diversos autores (Sokal y Rohlf 1979; Batschelet 1975; Crowe y Crowe 1969; Bancroft 1974). Partiendo de este supuesto se procedió a calcular los valores ausentes de la curva, mediante varios métodos de interpolación:

#### Interpolación lineal:

Considerando que (Y) es una función de (X), por lo que (Y<sub>0</sub>) y (Y<sub>1</sub>) son valores conocidos, que corresponden a valores de (X<sub>0</sub>) y (X<sub>1</sub>), respectivamente, y teniendo que (X<sub>0</sub> < X < X<sub>1</sub>), las funciones del valor (X) pueden estimarse mediante una relación lineal:

$$Y = (X_1 - X)Y_0 + (X - X_0)Y_1 / X_1 - X_0 \quad (8.35)$$

#### Interpolación lagrangiana:

Teniendo tres puntos (X<sub>0</sub>-Y<sub>0</sub>), (X<sub>1</sub>-Y<sub>1</sub>), (X<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>), es posible interpolar un valor dado, para un argumento de (X) determinado, mediante una interpolación polinomial langrangiana P<sub>2(x)</sub> de segundo grado, que pasa por los tres puntos conocidos.



El valor  $P_2(x)$  es determinado mediante:

$$P_2(x) = \sum_{i=0}^2 L_i(x) Y_i \quad (8.36)$$

De donde:

$$L_i(x) = \prod_{j=0, j \neq i}^2 \frac{(x - X_j)}{(X_i - X_j)}, \quad i = 0, 1, 2 \dots \quad (8.37)$$

Interpolación gráfica:

Asumiendo que una curva de distribución normal es simétrica, se interpola gráficamente la parte faltante de la curva, localizando los valores ausentes a partir de los datos originales, de esta forma es posible reconstruir la curva completa.

En el cuadro siguiente se observan los diferentes resultados para las interpolaciones: lineal, langrangiana y gráfica, realizadas.

Cuadro 8.55 Valores obtenidos por interpolación.

No	Mes	Obser.	Lineal	Langran	Gráfica
01	Ene	---	---	---	---
02	Feb	960	---	---	---
03	Mar	---	1083	908	520
04	Abr	1207	---	---	---
05	May	1858	---	---	---
06	Jun	1396	---	---	---
07	Jul	522	---	---	---
08	Ago	---	275	66	180
09	Sep	28	---	---	---
10	Oct	---	---	---	---

Reconstruyendo las tres curvas con los datos interpolados por los diferentes métodos, se compararon en relación a sus diferencias cuadráticas, encontrándose:

Cuadro 8.56 Diferencias cuadráticas.

Método	Dif. cuad.
Lineal	277.968
Langrangiana	228.571
Gráfica	13.149

Teniendo el método gráfico la menor diferencia cuadrática fué aceptado. A los datos interpolados y extrapolados se les calculó los parámetros estadísticos básicos. Estos valores se transformaron en frecuencia relativa (%) y frecuencia relativa acumulada (% acumulado).

#### Normalidad de la curva:

Para ajustar a una Distribución Normal se utilizaron dos métodos:

Ajuste probit: la distribución de frecuencias del cuadro 55, se gráfico en papel de probabilidades (probit), los valores observados fueron ajustados mediante una recta, a partir de la cual se tomaron los nuevos valores ajustados, dada su frecuencia acumulativa se procedió a calcular las diferencias entre cada intervalo de clase para tener las frecuencias relativas absolutas (Fra), mediante la ecuación:

$$Fra = (N) (Probit) / 100 \quad (8.38)$$

A esta distribución le fueron calculados sus parámetros estadísticos básicos, que se presentan en el cuadro 8.57.

Se utilizaron dos métodos para realizar este ajuste, el primero de acuerdo a Arkin y Colton (1963), con el uso de la tabla de ordenadas de la curva normal, la cual indica la altura de las ordenadas para cualquier distancia de la media aritmética, expresada como un porcentaje (o proporción) de la ordenada máxima. La distancia de la media aritmética es expresada en terminos de desviación estandar:

$$Ds, \pm X^2 \quad (8.39)$$

Para determinar la frecuencia teórica de la curva normal para cualquier valor de desviación (Ds) dado, a partir de la media, el valor en el cuadro correspondiente a cada desviación es multiplicado por la frecuencia de la máxima ordenada, la cual es determinada por:

$$Yo = N / 2.506628 Ds \quad (8.40)$$

La desviación (Ds), es expresada en terminos de intervalos de clase, entonces se puede reescribir como:

$$Yo = (0.39894) NC / Ds \quad (8.41)$$

Donde (C) es el intervalo de clase y (Ds) la desviación.

Dado que la gráfica se representa en el eje de las abcisas como desviaciones (+) o (-) a partir de la media, mediante la ecuación:

$$C_1 = (S_1) (S) \pm x \quad (8.42)$$

El término  $(C_i)$  es la clase correspondiente a la desviación  $(S_i)$ . Esto hace posible desarrollar una escala en el eje de las abscisas equivalente a la escala original en las unidades convencionales.

De la manera inversa es posible determinar las unidades de desviación para cada clase  $(Z_i)$  mediante la siguiente relación:

$$Z_i = X_i - X / Ds \quad (8.43)$$

Dado lo anterior se tiene cada una de las clases en unidades de desviación estandar, con las cuales se calcula la densidad de función para una distribución normal  $f(x)$ . Abramowitz y Stegun (1970) lo desarrollan para una distribución normal cuya media es igual a cero  $(X = 0)$  y desviación estandar igual a uno  $(Ds = 1)$  de tal manera que se tiene:

$$f(x) = (1/\sqrt{2\pi}) e^{-x^2/2} \quad (8.44)$$

La densidad de función es expresada como proporción de la máxima ordenada, la cual se transforma en porcentaje de acuerdo a la relación:

$$f(x) (100) = \% X \quad (8.45)$$

Sokal y Rohlf (1969) le llaman probabilidad de densidad de función y la representan como:

$$f(x) = (1/\sqrt{2\pi}) e^{-(X-X')^2/2 Dsn^2} \quad (8.46)$$

Donde  $f(x)$  es la altura de la ordenada,  $(m)$  es una constante (3.14159),  $(1/\sqrt{2\pi})$  es igual a 0.39894 que representa la frecuencia o altura de la máxima ordenada,  $(e)$  es la base de los logaritmos naturales (2.3025). Basicamente es la misma ecuación que la presentada por Arkin y Colton (1976) a la cual se ha incorporado la Media  $(X)$  y la desviación  $(Ds)$  de los datos observados, a partir de la misma se obtienen directamente los valores calculados correspondientes.

Cuadro 8.57a Ajuste a una distribución normal.

Mes	F.obs.	%Rel.	%Acum.	%Probit	%D.probit	F.calc.
Ene	---	---	---	0.036	0.036	2.130
Feb	28	0.473	0.473	0.473	0.473	25.870
Mar	180	3.041	3.514	3.030	2.560	151.530
Abr	520	8.785	12.299	13.000	9.960	589.770
May	1207	20.392	32.691	34.800	21.800	1290.340
Jun	1858	31.390	64.082	64.500	29.760	1757.940
Jul	1396	23.585	87.667	87.600	23.100	1367.290
Ago	522	8.819	96.486	97.000	9.400	556.390
Sep	180	3.041	99.527	99.600	2.600	153.890
Oct	28	0.473	100.000	99.970	0.370	21.900
Nov	---	---	---	100.000	0.030	1.780

Cuadro 8.57b Bondad de ajuste a la distribución normal.

	F.Obs.	%Rel.	%Acum.	%Probit	%D.Probit	F.Calc.
No	5919	---	---	---	---	5918.83
X'	17.03	---	---	17.00	---	17.00
Ds	1.36	---	---	1.30	---	1.35

## Bondad de ajuste:

Una vez obtenida la distribución calculada, se procedió a probar la bondad de ajuste mediante una prueba de Chi cuadrada ( $X^2$ ). La ecuación se desarrolló de acuerdo a Freud (1962):

$$X^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i \quad (8.47)$$

En tanto que la distribución se hizo de acuerdo a Abramowitz y Stegun (1970):

$$P(x) = \int f(t) dt \quad (8.48)$$

De acuerdo a los resultados de la prueba de  $X^2$  entre los valores observados y los valores calculados se obtuvo:

$$X^2 = 15.15, \text{ con 4 g.l., y } P(x) = .996$$

Cuadro 8.58 Valores estimados del reclutamiento (80-81).

Mes	Obvs.	Norm.	Polí.	Pois.	Acum.	Lin.	Expo.
Ago	----	----	----	0.22	----	----	----
Sep	----	----	----	1.08	----	----	----
Oct	----	----	----	2.70	----	----	----
Nov	----	----	----	4.49	----	----	----
Dic	----	----	----	5.62	----	----	----
Ene	0.03	0.03	5.83	5.62	5.92	3.74	4.28
Feb	0.18	0.15	4.64	4.68	5.92	3.24	3.68
Mar	0.52	0.57	3.58	3.34	5.89	2.75	2.95
Abr	1.21	1.29	2.64	2.09	5.74	2.26	2.35
May	1.86	1.76	1.84	1.16	5.15	1.76	1.78
Jun	1.40	1.37	1.17	0.58	3.86	1.27	1.25
Jul	0.52	0.56	0.64	0.26	2.10	0.77	0.75
Ago	0.18	0.15	0.24	0.11	0.73	0.28	0.27
Sep	0.03	0.02	----	0.04	0.18	----	----
Oct	----	----	----	0.02	0.02	----	----
Nov	----	----	----	----	----	----	----
Dic	----	----	----	----	----	----	----
Max.	1.86	1.76	5.83	5.62	5.92	3.74	4.28

Se tiene que la  $\chi^2$  teórica es:

$$\chi^2(0.001, 14) = 18.465$$

Siendo la  $\chi^2$  teórica mucho mayor que la observada se acepta a un nivel Alfa (0.001) que la bondad de ajuste entre los datos observados y los calculados no son significativamente diferentes.

En los cuadros a continuación se presentan la síntesis de los resultados obtenidos, tanto para el reclutamiento al área como al arte de pesca, del langostino *N. tenellus* en la Laguna de Tres Palos.

**Cuadro 8.59 Síntesis del reclutamiento al área.**

Reclutas unidad/área:	$R_u = 5618 \text{ Org.}$
Área cubierta (95%):	$a = 94.5 \text{ m}^2$
Densidad (Org./m <sup>2</sup> ):	$D = r/a, D = 59.5$
Área entre 0 y 2 mts.:	$A = 11881473 \text{ m}^2$
Reclutamiento:	$R_{pl} = (r/a)(A)$
	$R_{pl} = 706,350,427 \text{ pl. } *$

**Cuadro 8.60 Síntesis del reclutamiento al arte.**

Reclutas unidad/arte:	$r_t = 1757 \text{ organismos}$
Área cubierta (95%):	$a = 94.5 \text{ m}^2$
Densidad (Org/m <sup>2</sup> ):	$D = r/a, D = 18.6$
Área entre 0 y 2 mts.:	$A = 11881473 \text{ m}^2$
Reclutamiento:	$R_{jv} = (r/a)(A)$
	$R_{jv} = 220,907,367 \text{ jv. } **$

Nota: \* pl. = postlarvas, \*\* jv. = juveniles.

El reclutamiento al área lo realizan las postlarvas al adquirir sus hábitos bentónicos. El reclutamiento al arte lo efectúan los juveniles al ser retenidos por las mallas de la red.

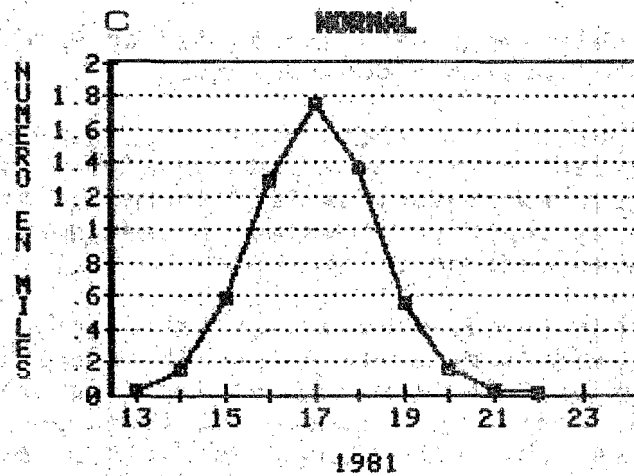
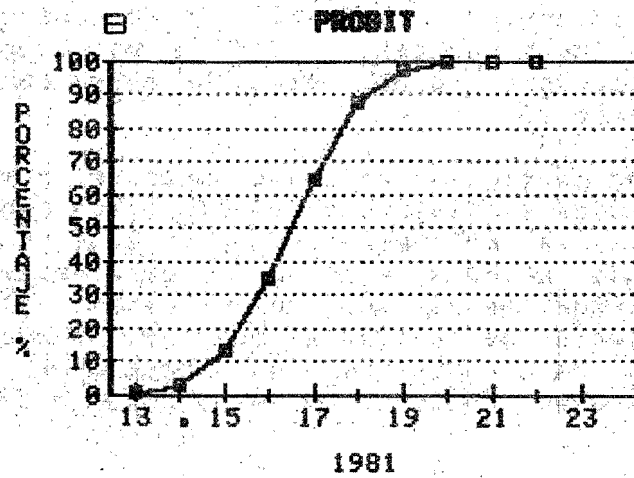
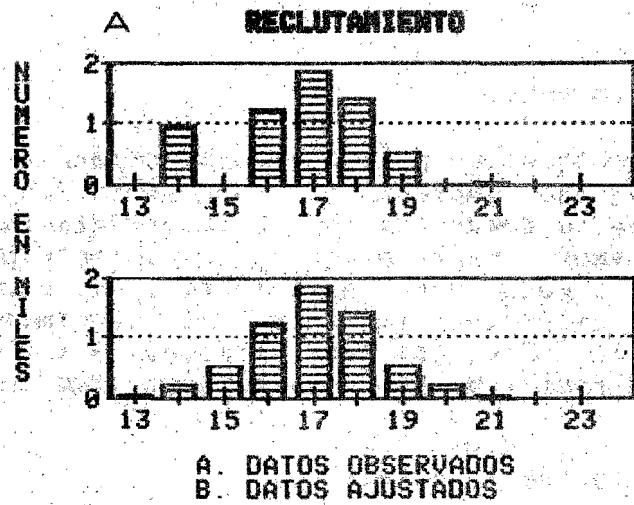


Fig. 8.31 Reclutamiento en *N. tenellus*.

A Valores observados y ajustados  
B Ajuste Probit  
C Distribución normal

### 8.5.3 Crecimiento.

El crecimiento es un parámetro básico para el análisis de las pesquerías, ya que implica el incremento en biomasa de la población, para su determinación es importante establecer la edad de los organismos. La ecuación de crecimiento permite incorporar sus constantes a modelos de rendimiento y evaluación pesquera. En este tema se determina la edad, el crecimiento, el punto de inflexión de la curva de crecimiento, así como del factor de condición en *M. fenellus*, tanto en hembras como en machos.

#### Determinación de la edad:

Después de la longitud y el peso, la edad de los organismos es el dato más importante en el análisis de poblaciones pesqueras. Los datos de longitud, peso y edad son utilizados en el estudio del crecimiento, por lo que estas variables están estrechamente relacionadas entre sí.

En el caso particular de los crustáceos, cuyo crecimiento es a partir de mudas (ecdisis o exuviación), se presentan una seria dificultad para la determinación de la edad, dado que aún no se han desarrollado métodos confiables, para determinarla mediante estructuras corporales al igual que en peces. Esto hace necesario que la determinación de la edad se realice por medios indirectos o estadísticos en poblaciones naturales, observaciones complementarias pueden efectuarse del mercado o de experiencias en acuarios.

Para la determinación de la edad se utilizan básicamente los métodos descritos a continuación:

Método de Petersen o de distribución de frecuencias de tallas (in Ricker, 1975), presenta dos variantes:

1. Distribución de frecuencias única. A partir de un solo muestreo se asigna a cada moda observada una edad determinada, dependiendo de la información previa que se tenga de la especie, se asigna a cada edad el valor de longitud observada para cada moda.

2. Distribución de frecuencias periódicas. Consiste en muestreo periódico preferentemente mensuales, en donde se observa el comportamiento de las diversas modas a lo largo del ciclo de estudio, al igual que la variante anterior se asignan grupos de edad a cada moda y es posible seguir el comportamiento de cada grupo de edad a lo largo del tiempo.

Se requieren algunas condiciones básicas para que las estimaciones no estén sesgadas, una de ellas es cumplir con el muestreo aleatorio, esto resulta difícil para las clases de talla más pequeñas, ya que las artes de pesca tienen una selectividad determinada o bien aún no están reclutadas en el área.

Una manera de compensar esta deficiencia es el uso de artes de pesca poco selectivas o bien la colecta específica de estos grupos jóvenes.

Método de Battacharya, conocido como delta logaritmos, fué desarrollado por Battacharya (1967) se basa en principios semejantes al de Tanaka, pero a diferencia de su método, se basa en la diferencia logarítmica de dos clases de talla sucesivas. El método está dado de acuerdo a la ecuación:

$$D\log f = -h (s^2 - h^2/12) (L - L' + h/2) / s^4 \quad (8.49)$$

Donde (DLog f), es la diferencia logarítmica entre dos frecuencias sucesivas, (h) es el intervalo de clase, (L) es el punto medio del intervalo de clase de la talla.

A una distribución de frecuencias de talla representativa de la población, se le determina el logaritmo natural (puede usarse el logaritmo común), se obtiene las diferencias logarítmicas sucesivas entre clases sucesivas. Se grafican en el eje de las abscisas los intervalos de clase de talla (L) y en el eje de las ordenadas la escala de valores positiva y negativa de las diferencias logarítmicas (DLog f), debe tenerse en cuenta que las diferencias se corresponden con valores intermedios de las clases de tallas, la serie de puntos graficados toman alineaciones descendentes, que corresponden a cada una las distribuciones modales, se trazan rectas para cada alineación, los puntos de mezcla aparecen como alineaciones ascendentes. Los puntos de intersección de cada una de estas rectas con el eje de las abscisas (Tallas) nos da una serie de valores (Lr), a partir de los cuales se obtienen las longitudes medias para cada grupo de edad, mediante la relación:

$$L' = Lr + h/2 \quad (8.50)$$

Donde (L') es la longitud media y (h) es el intervalo de clase. Si gráficamente se coloca el valor de la diferencia logarítmica de la frecuencia en el punto medio de los intervalos en cuestión, esta ecuación no se aplica.

La desviación estándar se calcula midiendo el ángulo agudo ( $\angle$ ) formado por la intersección de la recta trazada y el eje de las abscisas, posteriormente se aplica la siguiente ecuación:

$$Ds = (dh \cot \angle / b) - (h^2/12) \quad (8.51)$$

Donde (Ds) es la desviación típica, (b) y (d) son las escalas relativas para el eje de (L) y de (D Log f), y (h) es el intervalo de clase.

Las mismas condiciones básicas antes mencionadas, son válidas para el segundo método.



Al analizar las gráficas mensuales de la estructura de población en longitud total para hembras y machos, del ciclo 1981 (enero a noviembre), se puede observar que a lo largo del período muestreado se presentan distribuciones polimodales para cada uno de los meses del estudio, las distribuciones fueron suavizadas mediante una media móvil ( $M_3$ ), para evitar los sesgos propios del muestreo y evidenciar las modas reales, las gráficas resultantes reflejan una composición polimodal, correspondiente a diferentes grupos de edad o cohortes que desplazan su longitud periódicamente, esto se observa para ambos sexos, aún cuando en las hembras el número de modas es menor que en los machos, lo cual es importante tener presente para explicar el número de cohortes de *M. tenellus* que se presentaron en este ciclo, así como explicar la duración de la vida media de cada sexo.

Las hembras se encuentran principalmente agrupadas en un rango de tallas de los 60 a los 90 mm de longitud total a diferencia de los ejemplares machos que abarcaron el rango de tallas de los 60 a los 130 mm principalmente.

Mediante el segundo método antes descrito se separaron las modas correspondientes a cada mes, tanto para hembras como para machos, los valores ausentes fueron interpolados gráficamente, identificándose cada una de las modas con un número romano. Los resultados se presentan en los cuadros 61a y 61b, donde se observa el valor modal para cada cohorte y para cada mes tanto para las hembras como para los machos.

Analizando los datos de los cuadros mencionados se observa que para las hembras el menor número de cohortes se encontró en enero (3) y el mayor en junio con (8), para los machos el menor fue también enero (6) y el mayor a partir de agosto (14). Cabrera *et al* (1979), menciona que *M. tenellus* tiene una producción media de 15 desoves por año, lo cual concuerda con lo observado.

Dado que no todas las cohortes se encuentran bien representadas en cuanto a los valores que las componen, fue necesario seleccionar aquellas cuyo comportamiento fuera más representativo, considerando además que el origen de la cohorte en cuestión estuviera dentro de la época de reproducción masiva de la especie, que se encuentra entre julio y octubre.

De las 6 cohortes encontradas en las hembras y de las 14 encontradas en los machos, las más representativas son aquellas que nacieron entre octubre a diciembre, y que corresponden en las hembras a las cohortes VI y VIII y en los machos a las cohortes III y V.

Los valores modales de longitud total por mes para las hembras y para los machos se presentan en el cuadro a continuación:

**Cuadro 8.61 Valores modales de longitud para cada mes.**

Mes	Hembras:		Machos:	
	II	III	III	IV
Ene	44.0	22.5	44.0	26.0
Feb	50.2	36.5	61.0	39.0
Mar	64.0	48.5	77.0	59.0
Abr	69.0	55.0	91.5	74.0
May	79.0	58.0	105.0	85.0
Jun	87.0	60.0	115.0	96.5
Jul	90.0	69.0	125.0	104.0
Ago	92.8	78.0	130.5	112.0
Sep	95.0	79.0	134.0	115.5
Oct	94.0	84.0	136.0	120.0
Nov	98.5	90.0	136.5	118.0

En las hembras la Cohorte II, se inicia con 44.0 mm y la III con 22.5 mm, correspondiendo esta última a una edad menor, las cohortes III y V en los machos se inician con 44.0 y con 26.0 mm, respectivamente. Las longitudes mayores en las hembras (98.5 y 90.0 mm) son menores que las de los machos (136.5 y 118.0 mm). La longitud total y el incremento en longitud de las hembras es menor que en los machos, particularmente si se comparan la cohorte II de las hembras y la III de los machos, que se inician ambas en enero con 44.0 mm., para noviembre las hembras alcanzan 98.5 mm y los machos en cambio 136.5. Como conclusión preliminar se puede afirmar que los machos crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño que las hembras.

#### Determinación del Crecimiento:

Los organismos en general sufren cambios a lo largo de su vida, en particular los cambios más notables son en las etapas iniciales. Vasnetsov (in Ricker, 1975) les llama stanzas o estadios de crecimiento, a lo largo de este trabajo se les ha denominado formas vitales, se caracterizan por cambios en la estructura o fisiología del organismo, casos extremos son organismos que sufren metamorfosis. Estos cambios se manifiestan como cambios en la forma del cuerpo, cambios en peso y longitud, y en las tasas de incremento de los mismos.

Para el análisis de poblaciones conviene expresar el crecimiento en forma de una expresión matemática. El requisito básico es obtener una expresión que de el tamaño (en longitud o peso), de un organismo a una edad determinada cualquiera, esa expresión debe ser acorde con los datos observados y debe tener una forma matemática que pueda ser incorporada con suficiente

facilidad en expresiones utilizadas en análisis de poblaciones. Otra característica deseable de una ecuación de crecimiento, que el número de constantes utilizadas no sea excesivo, que en la medida de lo posible estas constantes tengan un significado biológico, y que si se extrapola más allá de las edades observadas, nos lleve a resultados razonables (Gulland 1971).

El crecimiento es descrito en términos de longitud (L) y peso (W) y de acuerdo a Ricker (1975) se pueden distinguir:

Incremento periódico absoluto (I):

$$IL = L_2 - L_1, IW = W_2 - W_1 \quad (8.52)$$

Tasa relativa de incremento (Tr):

$$TrL = L_2 - L_1 / L_1, TrW = W_2 - W_1 / W_1 \quad (8.53)$$

Tasa instantánea de incremento (Ti):

$$TiL = \ln L_2 - \ln L_1, TiW = \ln W_2 - \ln W_1 \quad (8.54)$$

La tasa relativa de incremento, se expresa usualmente como porcentaje, y junto con la tasa instantánea de incremento es con más frecuencia usada con peso. Cuando la tasa instantánea de incremento abarca el periodo de vida de un organismo se considera tasa total. La tasa instantánea de crecimiento de Gulland (1971) es similar a la ecuación (8.52), salvo que este autor divide el resultado de esa ecuación entre el tiempo (t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>).

El ritmo de crecimiento específico empleado por Frost y Brown (1970), es similar a la tasa instantánea de crecimiento de Gulland, la diferencia radica en la transformación logarítmica (Ln) de los valores de peso y longitud a semejanza de la ecuación 8.52.

Relación peso-longitud:

La relación peso-longitud esta dada por una ecuación de tipo potencial de la forma:

$$W = a L^b \quad (8.55)$$

Esta ecuación puede transformarse en lineal mediante el uso de logaritmos base 10 (log 10), por lo que se tiene:

$$\log W = \log a + b (\log L) \quad (8.56)$$

En donde (W) es el peso, (L) es la longitud y (b) es una constante que determina la proporcionalidad de los incrementos de longitud respecto al peso. El valor de esta constante fluctua en especies pesqueras entre 2 y 4. Un valor de b igual a 3 describe un crecimiento isométrico, mayor o menor a 3 se considera alométrico.

### Modelos de crecimiento:

En el análisis de crecimiento de poblaciones pesqueras se han desarrollado diversos modelos de crecimiento, entre ellos se tienen los siguientes:

#### Modelo de Brody.

Brody (in Ricker 1975) observó en animales de granja, que al trazar una gráfica de la talla del animal con respecto a su edad, obtenía una curva de crecimiento, con una parte ascendente y una descendente separadas ambas por un punto de inflexión. Para su análisis matemático las considero por separado:

$$L_t = a e^{-k't} \quad (8.57)$$

$$L_t = b - c e^{-kt} \quad (8.58)$$

Donde  $(L_t)$  es la longitud a la edad  $(t)$ ,  $(a)$ ,  $(b)$  y  $(c)$  son constantes que dependen de la longitud,  $(K)$  y  $(K')$  son constantes determinadas por el incremento o decremento de la tasa de crecimiento y se conoce como "Coeficiente de crecimiento de Brody".

#### Modelo de von Bertalanffy.

Si la ecuación (8.58) se extrapola hasta el eje de tiempo y a ese tiempo se le llama  $t_0$ , la expresión puede reordenarse algebraicamente en la forma utilizada por von Bertalanffy para longitud y peso respectivamente:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (8.59a)$$

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b \quad (8.59b)$$

Donde  $(L_t)$  y  $(W_t)$  son la longitud y el peso en la edad  $(t)$ ,  $(k)$  es una constante relacionada con la tasa metabólica.

La constante  $(t_0)$  es el tiempo teórico en el cual el organismo inicia su crecimiento, y carece de significado biológico,  $(b)$  es una constante y representa la potencia a la cual el crecimiento en longitud es proporcional al crecimiento en peso y proviene de la ecuación 8.55.

Este modelo también es conocido por el nombre de modelo de Brody-Bertalanffy. El parámetro  $(c)$  es substituido por el nuevo parámetro  $(t_0)$ , estableciéndose la siguiente relación:

$$c = b e^{k t_0} \quad (8.60)$$

El parámetro  $(t_0)$  es considerado como el tiempo teórico en el cual el organismo inicia su crecimiento, por lo cual los valores pueden ser positivos o negativos, su significado biológico no es fácil de interpretar.

### Modelo de Gompertz.

El modelo de Gompertz es utilizado para describir el crecimiento en organismos acuáticos, principalmente peces, y se expresa como:

$$W_t = W_0 e^{G(1-e^{-gt})} \quad (8.61)$$

Donde ( $W_t$ ) es el peso a la edad ( $t$ ), a partir de una edad convencional ( $t_0$ ), en el que el organismo tiene un peso ( $W_0$ ), ( $G$ ) es la tasa instantánea de crecimiento en el tiempo ( $t_0$ ), ( $g$ ) es la tasa de decremento de ( $G$ ), el modelo de Gompertz es una curva de forma de (S), presentando un punto de inflexión ( $P_i$ ) dado por:

$$P_i = 1 / 2.718 = 0.368 H \quad (8.62)$$

Donde ( $H$ ) es la distancia vertical desde la base de la curva hasta su parte superior (Altura del intervalo).

### Constantes de la ecuación de crecimiento.

El modelo de Bertalanffy, es el más usual para la determinación del crecimiento en poblaciones pesqueras, dado que satisface los dos más importantes criterios, se ajusta fácilmente a los datos observados de crecimiento y puede integrarse fácilmente a modelos de evaluación de poblaciones. Por lo cual se obtendrán las constantes de crecimiento de acuerdo a este modelo. Para ello es necesario el uso de diversos métodos, de los cuales se utilizarán el de Ford-Walford, el de Gulland y el de Beverton.

### Método de Ford-Walford.

Inicialmente propuesta y desarrollada empíricamente por Ford y posteriormente modificado por Walford, de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$L_{t+1} = L(1-k) + kL_t \quad (8.63)$$

Describe el crecimiento en donde el incremento de longitud para cada edad es menor que en la edad anterior, en una fracción ( $1-k$ ) de la última edad, partiendo de una longitud inicial  $L(1-k)$  para la edad cero. Estableciendo una relación entre la expresión (8.59) y la (8.66) se tiene que:

$$k = e^{-k} \quad (8.64)$$

Por lo tanto los incrementos en edades sucesivas está dado por la expresión:

$$L_{t+2} - L_{t+1} = k(L_{t+1} - L_t) \quad (8.65)$$

Walford representó gráficamente la ecuación (8.65), colocando en el eje de las abscisas la longitud ( $L_t$ ), en la edad ( $t$ ), y en el eje de las ordenadas, la longitud a la edad siguiente, esto es ( $L_{t+1}$ ).

Con esta serie de puntos se realiza una regresión lineal de la forma:

$$Y = a + b X \quad (8.66)$$

Substituyendo las variables de la ecuación anterior, se reescribe como:

$$L_{t+1} = a + b L_t \quad (8.67)$$

Donde la pendiente (b) es igual a  $(e^{-k})$ , de donde se puede despejar la constante (k). Gráficamente es posible obtener la longitud infinito ( $L_{\infty}$ ), si trazamos una línea, en el punto de intercepción de la recta de regresión con la bisectriz, este punto es llevado al eje de las ordenadas ( $L_t$ ) donde se localiza la longitud infinito. Matemáticamente es posible conocer ( $L_{\infty}$ ), mediante la ecuación siguiente:

$$L_{\infty} = L_i / 1 - e^{-k} \quad (8.68)$$

Conociendo el valor de ( $L_{\infty}$ ), es posible determinar el correspondiente valor de ( $W_{\infty}$ ), con las ecuaciones (8.55) y (8.56).

#### Método de Gulland.

Es similar al método anterior, utiliza también una regresión lineal, que en este caso toma la forma siguiente:

$$L_{t+1} - L_t = a + b L_t \quad (8.69)$$

La expresión  $(L_{t+1} - L_t)$ , representa la tasas del incremento anual en longitud, para cada par de edades, la pendiente (b) para este caso en particular es  $-1(1 - e^{-k})$ , de cuya expresión se deduce (k), cuando la línea de regresión corta el eje de ( $L_t$ ) se obtiene la constante ( $L_{\infty}$ ), y al igual que en el caso anterior se deduce el correspondiente ( $W_{\infty}$ ), con las ecuaciones (8.55) y (8.56).

#### Método de Beverton.

El método es similar a los anteriores, se base en la expresión siguiente:

$$\ln (L_{\infty} - L_t) = a + b t \quad (8.70)$$

Donde la primera parte de la ecuación es la diferencia entre la longitud a la edad (t) y la longitud infinito ( $L_{\infty}$ ).

Para el cálculo de longitud infinito es necesario realizar un método iterativo, en donde se prueba en la ecuación diferentes valores de ( $L_{\infty}$ ), escogiéndose el valor que haya obtenido la correlación más alta observada en las diferentes ecuaciones desarrolladas. La pendiente (b) es igual a (k).

### Calculo de la constante $t_0$ :

Para cada una de las edades es posible calcular la constante ( $t_0$ ), esto implica un sesgo en el calculo de ( $t_0$ ), en organismos viejos las estimaciones son muy variadas, debido a que una pequeña diferencia en ( $L_t$ ) da una gran diferencia cuando ( $L_t$ ) es casi igual a ( $L$ ), las estimaciones con organismos jóvenes pueden estar sesgadas debido a que no estén debidamente reclutados, apareciendo en las capturas solamente los más grandes. Por tal razón la mejor estimación de ( $t_0$ ), es tomar el valor promedio de las edades intermedias.

Para el calculo de ( $t_0$ ) se utiliza la ecuación siguiente:

$$t_0 = t + 1/k \ln (L_{\infty} - L_t / L) \quad (8.71)$$

Partiendo de la ecuación anterior y graficando ( $L_{\infty} - L_t / L$ ) contra ( $t$ ), se obtendrá una recta de regresión cuya pendiente es igual a ( $-k$ ) y cuya intercepción con el eje de ( $t$ ) es igual a ( $t_0$ ).

Para el caso particular del método de Beverton es posible obtener ( $t_0$ ) a partir de la siguiente relación:

$$t_0 = a - \ln L_{\infty} / k \quad (8.72)$$

Donde ( $a$ ) es el intercepto y ( $-k$ ) la pendiente.

### Punto de inflexión de la curva de crecimiento:

Este punto es importante desde el punto de vista biológico, ya que implica el momento en que el organismo cambia drásticamente su tasa de crecimiento, este tiempo coincide en general con el momento de la madurez sexual, cuando el organismo destina mayor energía para la formación de sus gónadas.

Partiendo de la ecuación de Brody - Bertalanffy, para peso (8.59b) se obtiene la primera derivada, dada por:

$$W_t' = dW_t/d't = kb W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-1} e^{-k(t-t_0)} \quad (8.73)$$

Si se grafican los valores calculados, es posible obtener una curva en forma de domo, donde se observa de manera más amplia el punto de inflexión en su parte superior. Dado que se requiere una precisión mayor, que la estimada visualmente a partir de la gráfica, el punto de inflexión se obtuvo matemáticamente a partir de la segunda derivada, para lo cual se deriva ( $W_t'$ ) contra ( $t$ ) y se iguala a (0):

$$W_t'' = d^2W_t/d^2t = kb W_{\infty} ((-1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-1} k + (e^{-k(t-t_0)})^{b-2} k^2 (t-t_0)) \quad (8.74)$$

Como  $(Wt'' = 0)$  se tiene entonces que:

$$k (1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-1} (e^{-k(t-t_0)}) = k (b-1) (1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-2} (e^{-k(t-t_0)})^2 \quad (8.75)$$

Despejando la ecuación anterior:

$$1 - e^{-k(t-t_0)} = (b-1) e^{-k(t-t_0)} \quad (8.76)$$

Por lo que se tiene:

$$1/b = e^{-k(t-t_0)} \quad (8.77)$$

Aplicando logaritmos a la ecuación anterior:

$$\ln 1/b = -k(t-t_0) \quad (8.78)$$

Redistribuyendo los terminos de (8.78):

$$t = - (1/k) \ln 1/b + t_0 \quad (8.79)$$

$$t = (1/k) \ln b + t_0 \quad (8.80)$$

Se tiene entonces que  $(t)$  es igual a:

$$t = (2.3025/k) \ln b + t_0 \quad (8.81)$$

Substituyendo  $(t)$  en la ecuación original (8.73) para el crecimiento en peso se tiene:

$$Wt = W_{\infty} (1 - e^{-k(2.303/k \ln b - t_0)}) \quad (8.82)$$

Por lo tanto se tiene que el peso en el punto de inflexión de la curva esta dado por:

$$Wt = W_{\infty} (1 - e^{(-2.303 \ln b)})^b \quad (8.83)$$

Si se tiene la ecuación (8.59a) para la longitud se integra con (8.83) y se tiene:

$$Lt = L_{\infty} (1 - e^{(-2.303 \ln b)}) \quad (8.84)$$

Substituyendo los terminos de las ecuaciones (8.83 y 8.84) por sus valores, se tienen los puntos de inflexión en peso y en longitud para las curvas de crecimiento tanto de hembras como de machos.

El punto de inflexión fué calculado para las cohortes más representativas de cada uno de los sexos, en las hembras (C II) el punto de inflexión fué alcanzado a los 5 meses (78.4 mm y 4.02 g), en los machos (C III) fué alcanzado a los 6 meses (113.9 mm y 13.7 g). Los resultados se presentan en el cuadro 8.66a y 8.66b.



En el cuadro 8.62 se presentan los valores estimados de las constantes de la relación peso - longitud en hembras y en machos del langostino *M. tenellus*.

Cuadro 8.62 Constantes de la relación peso - longitud.

Sexo	a	b	r	E.e.	No.
Hembras	0.752E-5	3.023	0.942	0.216	1674
Machos	0.349E-5	3.206	0.969	0.249	1256

Las dos ecuaciones fueron significativas a una probabilidad  $A (0.05)$ . Como se observa en el cuadro anterior el intercepto (a) es mayor en las hembras que en los machos, esto implica únicamente que los valores iniciales de las hembras fueron más grandes que en los machos. La pendiente (b) es mayor en los machos, esta constante tiene una relación directa con la tasa de crecimiento (K), lo que sugiere que dicha tasa es mayor en machos que en hembras.

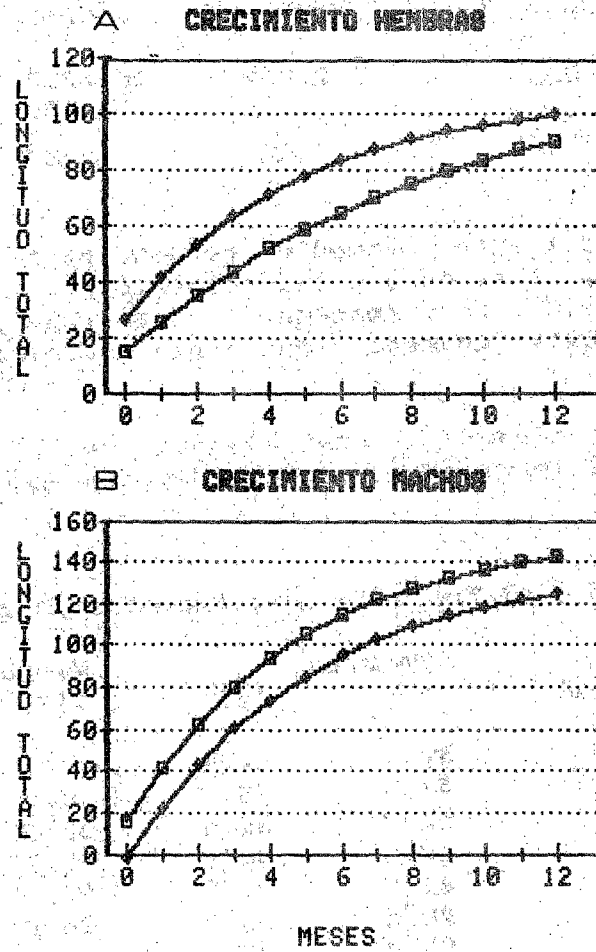
Los calculos para determinar los parámetros de crecimiento mediante la curva de von Bertalanffy se realizaron en base a los datos del cuadro 8.61, con los valores modales de longitud por mes, obteniendose los siguientes resultados:

Cuadro 8.63 Constantes de la ecuación de crecimiento.

Constante	Hembras:		Machos:	
	II	III	III	IV
$L_{\infty}$	106.855	118.850	154.647	138.875
K	0.209	0.109	0.205	0.195
$t_0$	-1.336	-1.223	-0.517	0.910

De acuerdo a los resultados anteriores se observa que la constante ( $L_{\infty}$ ), es mayor en los machos y para ambas cohortes (154.647 y 138.875 mm) que en las hembras (106.855 y 118.850 mm), lo que concuerda con la mayor longitud observada en los machos. De acuerdo a la estimación de la longitud máxima ( $L_{max}$ ) como el 0.95 de ( $L_{\infty}$ ) se tendrían los siguientes promedios de ambas cohortes: 107.21 mm para hembras y 139.42 mm para machos.

Ya que para cada uno de los sexos las curvas de crecimiento no difieren significativamente entre si y de que los ejemplares provienen de una misma población, se considero conveniente construir una sola curva de crecimiento para cada sexo (Oliver y Capitoli 1980).



**Fig. 8.32** Curvas de crecimiento de *M. tenellum*.

Crecimiento en hembras  
Crecimiento en machos

**Cuadro 8.64 Valores medios de las constantes de crecimiento de *M. tenellus*.**

Constante	Hembras	Machos	Ambos
$L_{\infty}$	112.852	146.757	129.810
K	0.159	0.200	0.180
to	-1.280	0.393	-0.444

El crecimiento promedio resulto mayor en los machos que en las hembras, esta dado principalmente por el valor de la tasa de crecimiento (K), confirmandose lo observado para la relación peso - longitud. Este fenómeno viene a ser una característica propia de la especie.

En el cuadro a continuación se presentan los valores estimados de longitud para cada edad, en ambos sexos y para ambas cohortes.

**Cuadro 8.65 Tabla de longitud-edad para *M. tenellus*.**

Edad	Hembras:		Machos:	
	II	III	III	IV
00	26.1	14.9	15.6	-2.5
01	41.4	25.7	41.5	22.6
02	53.7	35.4	62.5	43.2
03	63.8	44.1	79.7	60.2
04	71.9	51.9	93.6	74.2
05	78.5	58.8	104.9	85.7
06	83.9	65.1	114.2	95.1
07	88.2	70.7	121.7	102.9
08	91.7	75.7	127.9	109.3
09	94.6	80.2	132.8	114.5
10	96.9	84.2	136.9	118.9
11	98.8	87.8	140.2	122.4
12	100.3	91.0	142.9	125.3
13	101.6	93.9	145.1	127.7
14	102.6	96.5	146.9	129.7
15	103.4	98.8	148.3	131.3

**Factor de condición:**

El factor de condición (K), es un índice ponderal derivado del crecimiento individual, también es un factor poblacional, es conocido con los nombres de Índice de gordura, Coeficiente de condición o Coeficiente de nutrimento. Es la relación entre el peso (W) y la longitud (L) elevada a una potencia, que usualmente es (3) o (b), y se representa con las siguientes ecuaciones:

$$K = W / L^{3} \quad (8.85a)$$

$$K = W / L^{b} \quad (8.85b)$$

Donde (K) es el Factor de condición, (W) es el peso, (L) es la longitud y (3) o (b) es el exponente, al cual se eleva la longitud, para que sus incrementos sean proporcionales a los del peso.

El análisis del factor de condición es un método indirecto para conocer el estado o condición que guarda una población o un organismo determinado. Los métodos directos pueden ser índices obtenidos mediante el análisis químico del contenido graso, expresado como una proporción del peso del cuerpo. Otro de ellos es la determinación de la gravedad específica del organismo, otro método un tanto subjetivo es la observación y cuantificación del contenido graso que rodea las vísceras, mediante una escala visual.

El uso del Factor de Condición K, ha sido utilizado en tópicos relacionados al análisis de las poblaciones y de la Biología de organismos acuáticos, como por ejemplo:

1. Comparación entre dos o más poblaciones monoespecíficas, bajo condiciones semejantes o aparentemente diferentes biológicas o ambientales.
2. Determinación de la época y duración de la madurez gonadal de la población. Patrones de maduración y liberación de los productos sexuales. Diferencias entre ambos sexos.
3. Comparación del estado nutricional en diferentes estratos de la población, edad, talla o sexo. Cambios en una población atribuidos a alteraciones en el suministro de alimentos.
4. Análisis de ciclos en la actividad alimenticia sobre un período de tiempo dado, incluyendo migraciones tróficas.

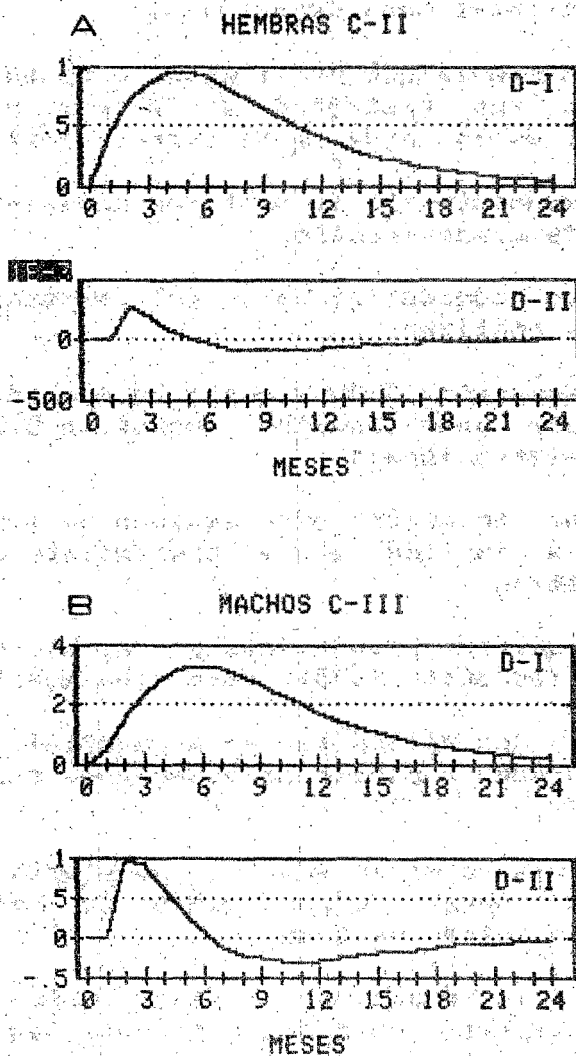
Algunos autores utilizan un subíndice al símbolo (K), para indicar el tipo de longitud o peso empleado. Ejemplo (K<sub>L</sub>), es el factor de condición con la longitud y el peso total. (K<sub>o</sub>), es el factor de condición con peso eviscerado.

Cuadro 8.66a Punto de inflexion de la curva de crecimiento y factor de condicion en hembras (C-II).

Tiempo t	Longitud media L'	Peso medio W'	Derivadas:		Factor condicion W/L <sup>3</sup>
			I D'W	II D"W	
0.00	26.03	0.14	----	----	.8121488
1.00	41.28	0.58	0.43	----	.8208801
2.00	53.65	1.28	0.70	0.26	.8258868
3.00	63.68	2.14	0.87	0.17	.8291792
4.00	71.83	3.08	0.94	0.07	.8314973
5.00	78.43	4.02	0.94	0.00	.8331966
6.00	83.80	4.91	0.89	-0.05	.8344757
7.00	88.15	5.72	0.81	-0.08	.8354561
8.00	91.68	6.44	0.72	-0.09	.8362174
9.00	94.54	7.07	0.63	-0.09	.8368144
10.00	96.86	7.61	0.54	-0.09	.837286
11.00	98.75	8.07	0.46	-0.08	.8376606
12.00	100.28	8.45	0.38	-0.07	.8379594
13.00	101.52	8.77	0.32	-0.06	.8381986

Cuadro 8.66b Punto de inflexion de la curva de crecimiento y factor de condicion en machos (C-III).

Tiempo t	Longitud media L'	Peso medio W'	Derivadas:		Factor condicion W/L <sup>3</sup>
			I D'W	II D"W	
0.00	15.55	0.02	----	----	.6140558
1.00	41.33	0.53	0.51	----	.7509613
2.00	62.33	1.98	1.45	0.94	.8172568
3.00	79.44	4.31	2.33	0.88	.8591057
4.00	93.38	7.23	2.92	0.60	.8881809
5.00	104.74	10.45	3.22	0.29	.909416
6.00	113.99	13.70	3.26	0.04	.9254023
7.00	121.52	16.83	3.12	-0.13	.9376806
8.00	127.66	19.71	2.88	-0.24	.9472438
9.00	132.66	22.29	2.58	-0.30	.954768
10.00	136.73	24.56	2.27	-0.31	.9607329
11.00	140.05	26.52	1.96	-0.31	.9654887
12.00	142.76	28.20	1.68	-0.29	.9692973
13.00	144.96	29.62	1.42	-0.26	.9723578
14.00	146.75	30.81	1.19	-0.23	.9748239



**Fig. B.33 Punto de inflexión de la curva de crecimiento.**

**A Hembras (C II)**  
**B Machos (C III)**

Para la ecuación (8.55a) que utiliza el exponente (3), se tienen las siguientes consideraciones:

1. Las ecuaciones que utilizan el exponente (3), solo se aplicarían con exactitud si la forma y el crecimiento específico de los organismos fuera isométrico.
2. El exponente (3) se mantiene constante y es un buen elemento de comparación,
3. Es muy cómodo el uso del exponente (3) en los cálculos a realizar.

Para la ecuación (8.55b) que requiere previamente el cálculo de la regresión peso-longitud (ecuación 8.55), se plantean las siguientes consideraciones:

1. Es una ecuación que requiere de mayor esfuerzo de cálculo, e implica que el crecimiento sea considerado como alométrico.
2. Se requiere previamente el cálculo de la regresión potencial (ecuación 8.55), para cada muestra analizada.
3. Existe una dificultad en un análisis comparativo de (K) obtenidos a partir de ecuaciones con exponente (b) diferentes.
4. Es necesario establecer una constante de crecimiento alométrica base, como punto de referencia o de comparación entre muestras.

Utilizando la ecuación original (8.55a), se elaboraron dos tipos de nomogramas (cálculos gráficos), mediante los cuales es posible calcular el factor de condición ya sea individual (Fig. 8.35a) o poblacional (Fig. 8.35b), su uso es simple, para el primer caso se coloca una regla que une los valores correspondientes a la longitud y al peso, la línea interceptada tiene una serie de valores de (K), se toma el valor donde cruza la línea, para el segundo caso se utilizan rangos tanto de longitud, como de peso, de la misma manera se obtiene un rango de factor (K), finalmente se obtiene la distribución de frecuencias de longitud, peso y (K). La precisión de estos métodos fué estimada en 0.010 unidades (K), dado lo cual representa un método rápido y preciso.

El factor (K) se incrementa en proporción directa al crecimiento, dado que es una función de él. Para las cohortes (C II) de hembras y (C III) de machos se realizaron los cálculos del factor de condición, los resultados se presentan en los cuadros 8.68 y 8.69, antes mencionados y en la figura 8.37a y b.

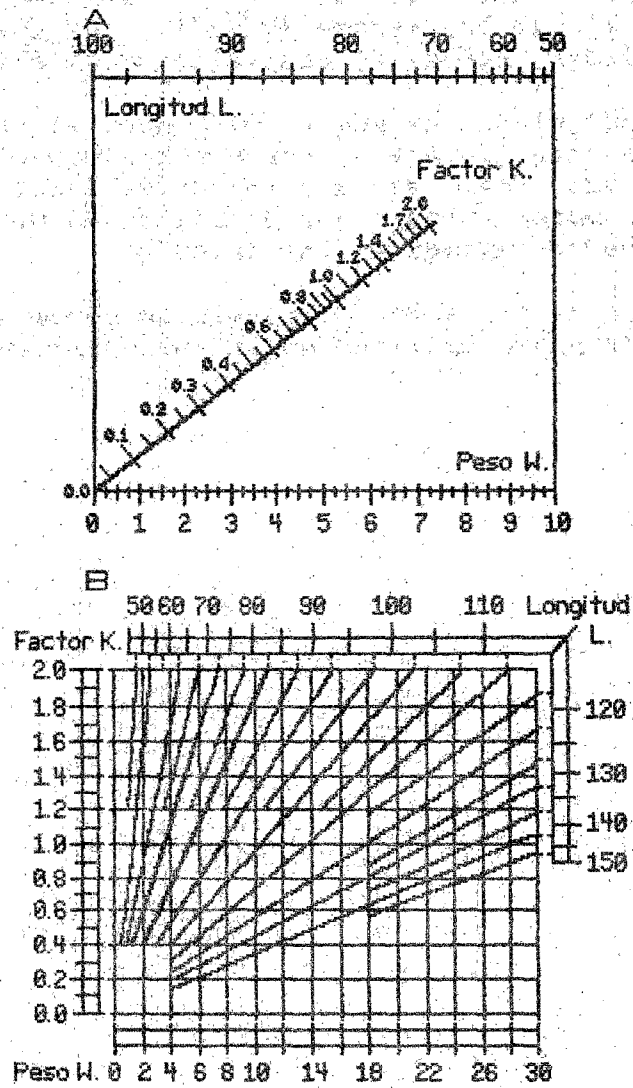
El factor de condición (K) en las hembras fluctuó de 0.812 a 0.938, para una longitud máxima de 101.5 mm y con un peso máximo de 8.8 g, el Factor (K) en los machos varió de 0.614 a 0.974, con

una longitud máxima de 146.8 mm y con un peso de 30.8 g, se observa que el intervalo de (K) de las hembras es mucho menor (0.026) que el de los machos (0.360), los cuales presentan una mayor variabilidad, además de los valores más altos.

Como conclusiones se puede decir que: el factor de condición se incrementa con la edad y proporcionalmente con las variables peso y longitud, de las cuales es una función matemática. Los nomogramas son confiables a una precisión de 0.010 unidades (K) y permiten una mayor rapidez en los cálculos.

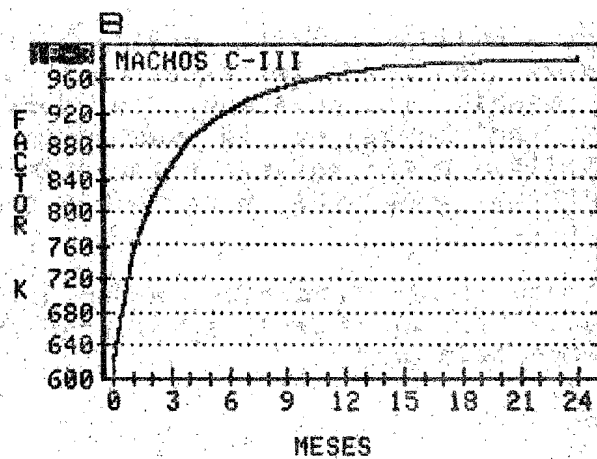
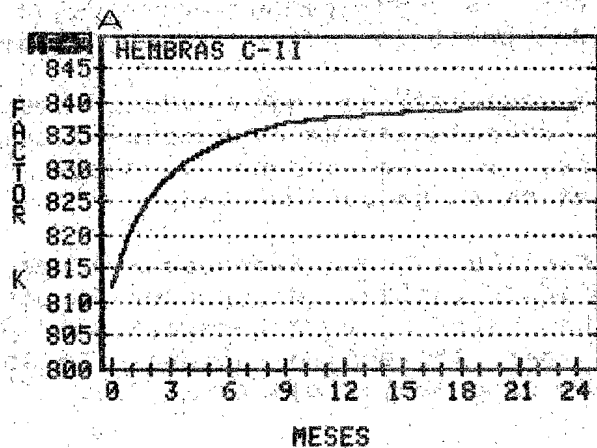
En los machos el factor de condición presenta los valores más altos y con una mayor amplitud en su intervalo que en las hembras.





**Fig. 8.34** Nomogramas para el cálculo del Factor (K).

A Individual  
 B Poblacional



**Fig. 8.35 Factor de condición (K).**

**A Hembras (C II)**  
**B Machos (C III)**

#### 8.5.4 Mortalidad.

Existen dos factores responsables de la desaparición de los organismos de una población en una área geográfica determinada:

1. Emigración: salida del ámbito geográfico de la especie, generalmente se le considera compensada con la inmigración, lo que supone a ambos fenómenos como compensatorios en un ciclo vital.

2. Mortalidad: a la cual interesa separar en dos causas; la mortalidad natural (M), producida por enfermedades, depredación etc., y la mortalidad por pesca (F) provocada por la acción humana. La suma de ambas es considerada como mortalidad total (Z).

#### Mortalidad total:

De acuerdo a Gulland (1971), en el estudio de la mortalidad, el mayor interés radica en las tasas de cambio, particularmente las tasas de cambio instantáneas, es decir la tasa a la cual disminuyen los individuos en la población en un determinado tiempo. La mortalidad puede estimarse tanto en las tasas de cambio de las abundancias absolutas o en base a índices de abundancia (Ejemplo C.P.U.E.).

Si se conoce la abundancia de la población en dos instantes conocidos ( $N_0$  y  $N_1$ ), de acuerdo a Gulland (1971), la fracción sobreviviente está dada por:

$$S = N_1 / N_0 \quad (8.86)$$

Lotka (1956) expresa el número de sobrevivientes en el tiempo (t) en función de la relación:

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \quad (8.87)$$

Integrando ambas ecuaciones el coeficiente de sobrevivencia total será estimado de acuerdo a:

$$S = e^{-Zt} \quad (8.88)$$

Dado que la mortalidad es el inverso de la supervivencia de acuerdo a Gulland (1971) y Ricker (1975) y aplicando logaritmos naturales se transforma la ecuación anterior en:

$$Zt = -\ln (N_1/N_0) \quad (8.89a)$$

$$Zt = \ln (N_0/N_1) \quad (8.89b)$$

Donde (Zt) es la mortalidad total para el tiempo (t). Multiplicando (S) o ( $e^{-Zt}$ ) por el número inicial se calcula el número de sobrevivientes.

Los coeficientes de mortalidad instantánea son aditivos, directamente proporcionales a las causas de mortalidad y por tanto de fácil manejo matemáticamente.

#### Estimación de la tasa instantánea de mortalidad total.

A partir de una curva de pesca, que es la que se forma con la relación de la edad y el logaritmo de la abundancia (captura), se obtiene una rama derecha descendente, con esta serie de valores es posible la estimación de la mortalidad total.

La curva de pesca tiene el inconveniente de que cada edad pertenece a una clase de edad diferente, por lo que es de esperarse que las tendencias del reclutamiento puedan producir sesgos (Pauly, 1983). El inconveniente antes mencionado puede desaparecer si se comparan las abundancias sucesivas de una misma clase anual.

#### Métodos de estimación de la mortalidad total:

Método del cociente ( $N_1/N_0$ ), entre dos tiempos sucesivos (Ricker 1975), posteriormente se promedian los valores individuales estimados (mensuales), la ecuación esta dada por:

$$Z = > (N_1/N_0) / nc \quad (8.90)$$

Donde (nc) es el número de cocientes estimados.

Los valores en su conjunto (Rama descendente de la curva) pueden ser ajustados a una regresión lineal, la pendiente (b) de dicha regresión sera (Z). A diferencia del caso anterior no se estiman directamente las tasas mensuales, sino el promedio del lapso analizado.

Método del ajuste exponencial (Doi, 1955), El cual se realiza al ajustar la serie de valores a una regresión de tipo exponencial:

$$\ln N = \ln a + b t \quad (8.91)$$

En donde la pendiente de la recta de regresión es la constante (b) y equivale a la tasa instantánea de supervivencia, por lo que se tiene:

$$b = e^Z \quad (8.92)$$

Método de Pauly. Basandose en los coeficientes de la curva de crecimiento ajustada al modelo de von Bertalanffy, Pauly (1983) propone la siguiente ecuación:

$$Z = K (L_{\infty} - L_{med}) / (L_{med} - L_{min}) \quad (8.93)$$

Donde (K) es el coeficiente metabólico y ( $L_{\infty}$ ) es la longitud infinito de la ecuación de von Bertalanffy, ( $L_{med}$ ) y ( $L_{min}$ ) son la longitud media y la longitud mínima observada.

## Mortalidad natural:

Cuando se tiene una serie de valores de la tasa de mortalidad total (Z) y del correspondiente esfuerzo (f) el valor de (M) puede ser estimado a partir de la relación siguiente:

$$Z = M + q f \quad (8.94)$$

Por lo que esta serie de valores puede ser graficado y mediante una técnica de regresión lineal, ajustar los puntos a una recta, en donde la pendiente (b) es igual al coeficiente de capturabilidad (q) y el intercepto (a) es una estimación de la mortalidad natural (M), (Pauly, 1983).

Rikhter y Efanov (in Ricker, 1975), han desarrollado una ecuación, para deducir la mortalidad natural:

$$M = (1.521 / E_m^{0.72}) - 0.155 \quad (8.95)$$

Donde (E<sub>m</sub>) es la edad de maduración masiva, que es la edad a la cual se reproduce el 50 % de la población. Las cantidades presentes en la ecuación son constantes.

Resultados: en el cuadro 8.66 se presentan los resultados de las tasas de mortalidad total a partir de la curva de pesca total para el ciclo 1981.

Cuadro 8.67 Tasa instantánea de mortalidad mensual.  
Método del cociente (N<sub>1</sub>/N<sub>0</sub>).

Mes	No.	S	e <sup>-Z</sup>	Z
Ene	2.13	---	---	---
Feb	25.87	---	---	---
Mar	151.53	---	---	---
Abr	589.77	---	---	---
May	1290.34	---	---	---
Jun	1757.94	---	---	---
Jul	1367.29	0.778	-0.251	0.222
Ago	556.39	0.407	-0.899	0.593
Sep	153.89	0.277	-1.285	0.723
Oct	21.90	0.142	-1.950	0.858
Nov	1.78	0.081	-2.510	0.919
Dic	---	---	---	---
Sum.	5918.83	1.684	-6.895	3.315
Prom.	538.08	0.337	-1.379	0.663

En el cuadro anterior la sumatoria o total de las tasas de mortalidad o supervivencia no son reales, ya que esta debe tomarse como un promedio mensual, o bien el total entre el número inicial (Junio) y el número final (Noviembre).

En el cuadro a continuación se presentan los resultados comparativos de ambos métodos.

**Cuadro 8.68 Resultados comparativos de las tasas instantáneas de mortalidad total (Z).**

Método	Tasa	S	e <sup>-Z</sup>	Z
Cociente	Mensual	0.252	-1.380	0.748
	Anual	0.010	-6.895	0.990
Exponen.	Mensual	0.253	-1.376	0.747

En lo que respecta a la tasa instantánea de mortalidad y supervivencia mensual, los resultados son similares para ambos métodos.

#### Mortalidad por forma vital y clase de longitud.

El paso de un organismo de una clase de talla a otra inmediatamente mayor, implica un tiempo dado, se ha considerado que equivale a una clase de edad de intervalo (t) no conocido o cronológicamente indeterminado, por lo cual se ha tomado la clase de talla como un índice de edad, a partir del cual se estiman las tasas de mortalidad.

Utilizando los dos métodos de análisis se estimó las tasas instantáneas de mortalidad y supervivencia para las diversas formas vitales (jóvenes, hembras y machos), en relación a la estructura de longitud (clases de talla). Los resultados se presentan en el cuadro 8.69. Es de notar los cambios en los valores de las tasas, se incrementa en los jóvenes, en las hembras disminuye, pero los machos son los que presentan un valor más bajo, lógicamente la mortalidad en los jóvenes es mayor que en los adultos, pero de acuerdo a estos resultados la mortalidad es mayor en las hembras que en los machos, esto se ratifica al analizar la estructura de la población respecto a la longitud, donde se nota que los machos alcanzan tallas mucho mayores que las hembras así como que estos están presentes en épocas donde las hembras desaparecen, por lo que se supone alcanzan una mayor edad.

Comparando la tasa instantánea de mortalidad total (Z), a partir de la curva de pesca (Todas las formas vitales incluidas), con la tasa de mortalidad promedio de la abundancia por clase de talla, se encuentra una diferencia entre ambos análisis, que se considera como el Factor de corrección de tiempo entre ambos métodos, este factor está dado por la relación:

$$F_t = Z_m / Z_b \quad (8.96)$$

Donde ( $Z_m$ ) es la mortalidad mensual y ( $Z_b$ ) la mortalidad por clase de talla. Siendo la clase de talla intervalos de 10 mm, el Factor de tiempo (FT) es igual a 2.47 unidades para el método del cociente y para el método exponencial es de 2.49 unidades.

Utilizando el método del cociente se analizó por forma vital, por clase de talla y por mes. Los resultados no presentan grandes diferencias, y el comportamiento es similar al método anterior, las tasas más altas las presentan los juveniles, seguidos de hembras y los machos con las más bajas.

El comportamiento de las tasas instantáneas de mortalidad total, por clase de talla para cada una de las formas vitales, es interesante ya que los valores sucesivos son descendentes, esto indica claramente que los organismos al ir creciendo la tasa de mortalidad disminuye con la edad y sus expectativas de vida son mayores, el fenómeno es común a todas las formas vitales, siendo los jóvenes quienes presentan las diferencias más altas seguidos de hembras y finalmente los machos presentan los valores más regulares.

En el cuadro siguiente se presenta la síntesis de resultados para la tasa instantánea de mortalidad total, para los diversos métodos y para cada una de las formas vitales.

**Cuadro 8.69 Síntesis de resultados para la tasa instantánea de mortalidad total (Z).**

Tipo	R	J	H	M	T
Por clase:					
Cociente	---	0.470	0.441	0.312	0.303
Exponen.	---	0.567	0.469	0.234	0.301
Por mes:					
Cociente	0.748	0.644	0.353	0.361	0.436
Exponen.	0.747	0.661	0.619	0.456	0.520

Nota: R = Reclutas J = Juveniles, H = Hembras,  
M = Machos y T = (J+H+M).

Los resultados para Hembras y Machos de acuerdo al método de Pauly se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 8.70 Tasa Instantánea de mortalidad total. Método de Pauly.**

Parámetro	Hembras	Machos
$L_{\infty}$	106.860	154.640
K	-0.209	-0.205
$L_{med}$	69.000	69.000
$L_{min}$	22.500	27.500
Z	0.170	0.423

Los resultados para los machos son semejantes a los otros métodos, no así las hembras que aparentemente esta la tasa subestimada.

#### Mortalidad natural:

Desarrollando regresiones lineales, entre la tasa de mortalidad total (Z) y el esfuerzo de pesca (f) empleado, considerando como tal al esfuerzo medio mensual, calculado como:

$$\bar{f} = \text{Int} (1/N \sum_{i=1}^N f_i) \quad (8.97)$$

Es posible obtener la tasa de mortalidad natural (M) y el coeficiente de capturabilidad, para cada una de las formas vitales, para este análisis se emplearon los resultados del método del cociente. Los resultados se presentan en el cuadro a continuación:

**Cuadro 8.71 Tasa de mortalidad natural (M).  
Relación z/f y coeficiente de capturabilidad.**

	J	H	M
M	0.499	0.467	0.336
q	0.024	0.010	0.034

Nota: J = Juveniles, H = Hembras, M = Machos.

De acuerdo a la ecuación de Rikhter y Efanov (in Ricker, 1975), se estimó la mortalidad natural para cada una de las formas vitales, substituyendo la edad de maduración masiva, por la edad a la longitud del 50 %, encontrándose los resultados siguientes, para las edades consideradas:

**Cuadro 8.72 Tasa de mortalidad natural (M).  
Método de Rikhter y Efanov.**

Forma	J	H	M
Edad	3.000	4.000	4.500
Talla	40.000	70.000	90.000
M	0.535	0.406	0.364

Nota: J = Juveniles, H = Hembras, M = Machos.

Los resultados comparados con el método anteriores son menores en un rango de 0.1 unidades, pero en los jóvenes, es del orden de 0.2 unidades.



## 9 ASPECTOS PESQUEROS

En este capítulo se analizan las principales características de la pesca del langostino *M. tenuis*, en el área de estudio, particularmente en la Laguna de Tres Palos, donde se realizó un monitoreo específicamente sobre las capturas comerciales. Los aspectos tratados son la cobertura y selectividad de las artes de pesca y la producción pesquera de la Laguna de Tres Palos en los ciclos de producción de los años 1976 y 1981.

### 9.1 Cobertura del arte de pesca.

Durante el desarrollo del presente trabajo, para la captura científica se han utilizado las siguientes artes de pesca:

Atarraya de 3 a 5 m de diámetro, con malla de 1 a 3 cm., puede presentar o no un bolso en su perímetro interno.

Chinchorro playero de 25 a 50 m. de largo por 2 a 3 m. de alto, con una malla de 1 a 2 cm., en su parte media presenta un bolso.

Red de arrastre camaronera (chango), con una boca de 3 m, largo de 5 m, y alto de 1 m, malla en el cuerpo de 1.5 cm y en el copo de 1 cm., tiene dos portones.

#### 9.1.1 Cobertura de área para la atarraya.

Se estimó la cobertura del área para la atarraya, con diferentes características de tamaños y para diferentes porcentajes de cobertura, de acuerdo a la siguiente relación:

$$A = \text{Pi} (r^2) / 2 \quad (9.1)$$

Donde (A) es el área estimada en metros cuadrados ( $m^2$ ), (Pi) es una constante (3.1416) y (r) es el radio de la atarraya.

En el cuadro 9.1 se presentan los resultados de la estimación del 90 % del área de cobertura para la atarraya, en un rango de 1.50 a 5.00 metros de radio con intervalos de 0.5 m.

En la figura 9.1a se representa gráficamente la relación entre el área de cobertura y el radio de la atarraya. En las figuras 9.1b y 9.1c, se presenta el área de cobertura para los diferentes radios estimados y para determinado número de lances, realizados para la atarraya.

### 9.1.2 Cobertura de área para el chinchorro.

La cobertura de área para el chinchorro playero se estimó sobre la base teórica de considerar que un lance cubre la mitad de una circulo, por lo que la longitud del mismo conforma la mitad del perimetro de la circunferencia. El radio fue estimado a partir de la longitud del chinchorro con la relación:

$$r = (L / \pi) / 2 \quad (9.2)$$

Donde (L) es la longitud del Chinchorro y (Pi) una constante anteriormente definida. Determinado el radio con la ecuación 9.2 se estima el Área con la ecuación 9.1. Para el caso particular del chinchorro utilizado de 50 m de largo y con un 95 % del área estimada, su cobertura fue de 94.5 m<sup>2</sup>.

Se presenta en el cuadro 9.2, las estimaciones para el chinchorro con el 100, 95, 90 y 85 por ciento de la cobertura de área. En la figura 9.2a se ha gráficoado la cobertura de área en función de la longitud del chinchorro.

### 9.1.3 Cobertura de área para la red de arrastre.

La cobertura para la red de arrastre se estimó con base a la abertura de la boca y la distancia recorrida, durante el arrastre, considerando en ella la velocidad de la embarcación, de acuerdo a:

$$A = (B * D) (Fc) \quad (9.3)$$

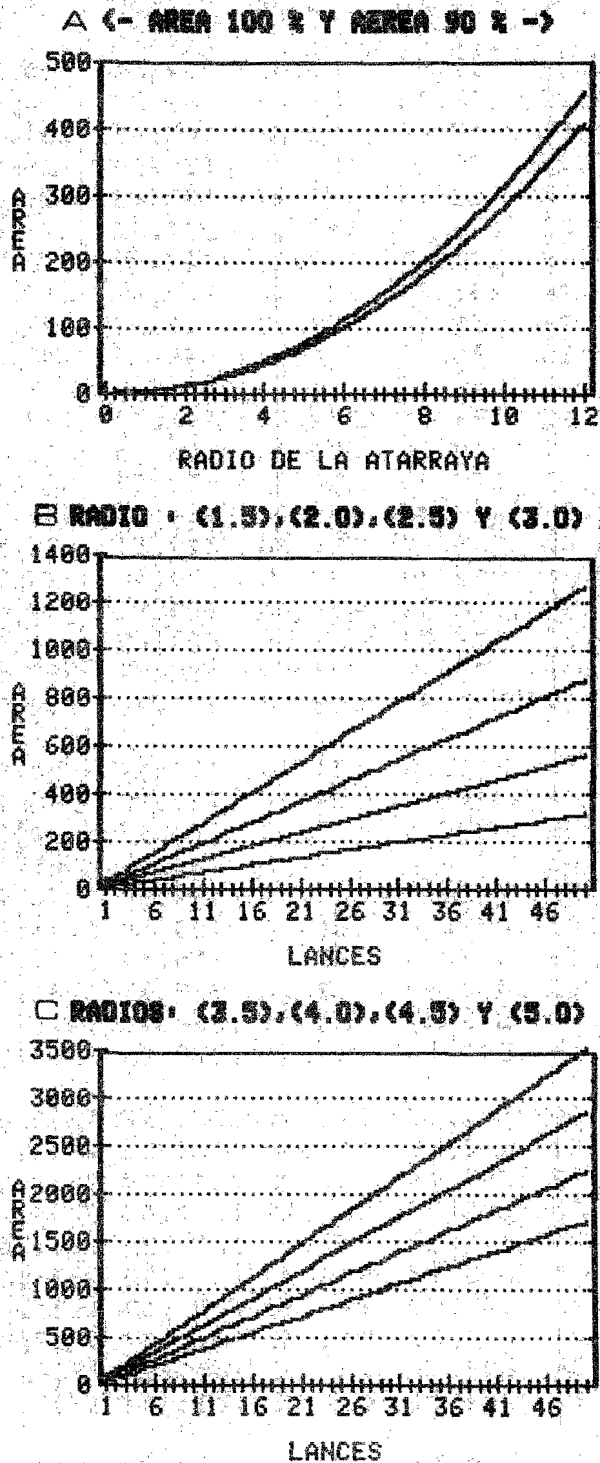
Donde (A) es el área estimada, (B) es la abertura de la boca, (D) es la distancia recorrida y (Fc) es un factor de corrección (75 %), considerando que la abertura de la boca no se abre en su totalidad.

Las características de la red se encuentran al final del cuadro 9.3, en el cual se presentan los resultados para la cobertura de área de la red de arrastre, para los porcentajes del 100, 90, 85, 80, 75 y 70 %.

En la figura 9.2b se muestra la relación entre el área y el número de lances para el 100, 85 y 75 % de cobertura. Para el presente trabajo se utilizó la cobertura del 75 %, por lo que el área estimada es de 509.30 m<sup>2</sup>, la cual es empleada en análisis posteriores.

Cuadro 9.1 Area de cobertura estimada (90%), para diversos lances (L) y radios (R) de atarraya.

L/R	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
1	6.36	11.31	17.67	25.45	34.64	45.24	57.26	70.69
2	12.72	22.62	35.34	50.89	69.27	90.48	114.51	141.37
3	19.09	33.93	53.01	76.34	103.91	135.72	171.77	212.06
4	25.45	45.24	70.69	101.79	138.54	180.96	229.02	282.74
5	31.81	56.55	88.36	127.23	173.18	226.19	286.28	353.43
6	38.17	67.86	106.03	152.68	207.82	271.43	343.53	424.12
7	44.53	79.17	123.70	178.13	242.45	316.67	400.79	494.80
8	50.89	90.48	141.37	203.58	277.09	361.91	458.04	565.49
9	57.26	101.79	159.04	229.02	311.72	407.15	515.30	636.17
10	63.62	113.10	176.71	254.47	346.36	452.39	572.56	706.86
11	69.98	124.41	194.39	279.92	381.00	497.63	629.81	777.54
12	76.34	135.72	212.06	305.36	415.63	542.87	687.07	848.23
13	82.70	147.03	229.73	330.81	450.27	588.11	744.32	918.92
14	89.06	158.34	247.40	356.26	484.90	633.35	801.58	989.60
15	95.43	169.65	265.07	381.70	519.54	678.58	858.83	1060.29
16	101.79	180.96	282.74	407.15	554.18	723.82	916.09	1130.97
17	108.15	192.27	300.41	432.60	588.81	769.06	973.34	1201.66
18	114.51	203.58	318.09	458.04	623.45	814.30	1030.60	1272.35
19	120.87	214.88	335.76	483.49	658.09	859.54	1087.85	1343.03
20	127.23	226.19	353.43	508.94	692.72	904.78	1145.11	1413.72
21	133.60	237.50	371.10	534.38	727.36	950.02	1202.37	1484.40
22	139.96	248.81	388.77	559.83	761.99	995.26	1259.62	1555.09
23	146.32	260.12	406.44	585.28	796.63	1040.50	1316.88	1625.77
24	152.68	271.43	424.12	610.73	831.27	1085.73	1374.13	1696.46
25	159.04	282.74	441.79	636.17	865.90	1130.97	1431.39	1767.15
26	165.40	294.05	459.46	661.62	900.54	1176.21	1488.64	1837.83
27	171.77	305.36	477.13	687.07	935.17	1221.45	1545.90	1908.52
28	178.13	316.67	494.80	712.51	969.81	1266.69	1603.15	1979.20
29	184.49	327.98	512.47	737.96	1004.45	1311.93	1660.41	2049.89
30	190.85	339.29	530.14	763.41	1039.08	1357.17	1717.67	2120.58
31	197.21	350.60	547.82	788.85	1073.72	1402.41	1774.92	2191.26
32	203.58	361.91	565.49	814.30	1108.35	1447.65	1832.18	2261.95
33	209.94	373.22	583.16	839.75	1142.99	1492.88	1889.43	2332.63
34	216.30	384.53	600.83	865.19	1177.63	1538.12	1946.69	2403.32
35	222.66	395.84	618.50	890.64	1212.26	1583.36	2003.94	2474.00
36	229.02	407.15	636.17	916.09	1246.90	1628.60	2061.20	2544.69
37	235.38	418.46	653.84	941.54	1281.53	1673.84	2118.45	2615.38
38	241.75	429.77	671.52	966.98	1316.17	1719.08	2175.71	2686.06
39	248.11	441.08	689.19	992.43	1350.81	1764.32	2232.97	2756.75
40	254.47	452.39	706.86	1017.88	1385.44	1809.56	2290.22	2827.43
41	260.83	463.70	724.53	1043.32	1420.08	1854.80	2347.48	2898.12
42	267.19	475.01	742.20	1068.77	1454.71	1900.04	2404.73	2968.81
43	273.55	486.32	759.87	1094.22	1489.35	1945.27	2461.99	3039.49
44	279.92	497.63	777.54	1119.66	1523.99	1990.51	2519.24	3110.18
45	286.28	508.94	795.22	1145.11	1558.62	2035.75	2576.50	3180.86
46	292.64	520.25	812.89	1170.56	1593.26	2080.99	2633.75	3251.55
47	299.00	531.56	830.56	1196.00	1627.89	2126.23	2691.01	3322.23
48	305.36	542.87	848.23	1221.45	1662.53	2171.47	2748.27	3392.92
49	311.72	554.18	865.90	1246.90	1697.17	2216.71	2805.52	3463.61
50	318.09	565.49	883.57	1272.35	1731.80	2261.95	2862.78	3534.29



**Fig. 9.1 Cobertura de área para atarraya.**

- A Relación radio - área.
- B Radios 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 m.
- C Radios 3.5, 4.0, 4.5 y 5.0 m.

Cuadro 9.2 Area de cobertura estimada para diversos porcentajes y longitudes de chinchorro.

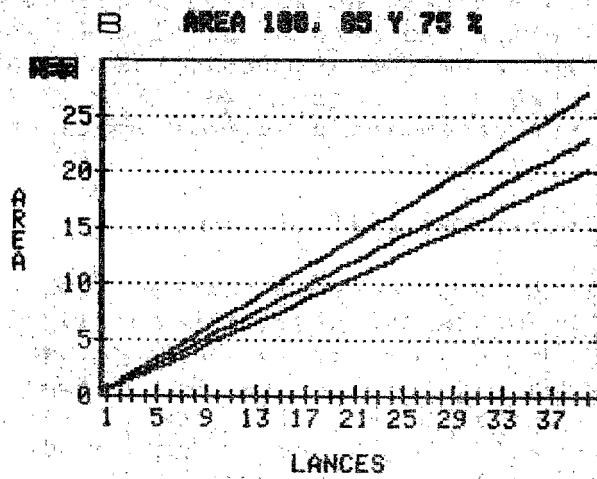
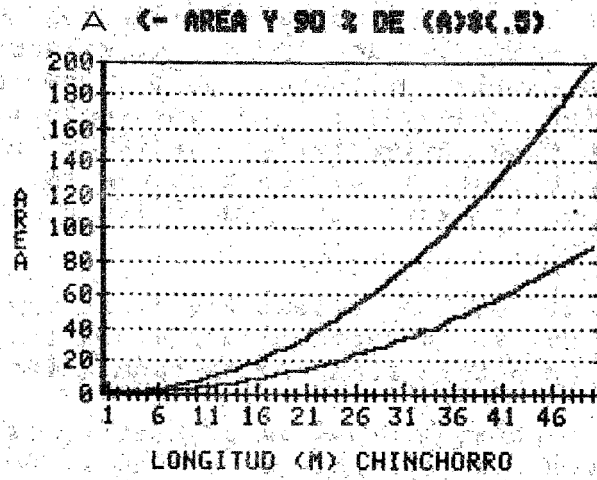
Longitud	Radio	Area	Porcentaje de (A)/(2).			
			100	95	90	85
L	R	A				
10	1.59	7.96	3.98	3.78	3.58	3.38
12	1.91	11.46	5.73	5.44	5.16	4.87
14	2.23	15.60	7.80	7.41	7.02	6.63
16	2.55	20.37	10.19	9.68	9.17	8.66
18	2.86	25.78	12.89	12.25	11.60	10.96
20	3.18	31.83	15.92	15.12	14.32	13.53
22	3.50	38.52	19.26	18.29	17.33	16.37
24	3.82	45.84	22.92	21.77	20.63	19.48
26	4.14	53.79	26.90	25.55	24.21	22.86
28	4.46	62.39	31.19	29.63	28.07	26.52
30	4.77	71.62	35.81	34.02	32.23	30.44
32	5.09	81.49	40.74	38.71	36.67	34.63
34	5.41	91.99	46.00	43.70	41.40	39.10
36	5.73	103.13	51.57	48.99	46.41	43.83
38	6.05	114.91	57.45	54.58	51.71	48.84
40	6.37	127.32	63.66	60.48	57.30	54.11
42	6.68	140.37	70.19	66.68	63.17	59.66
44	7.00	154.06	77.03	73.18	69.33	65.48
46	7.32	168.39	84.19	79.98	75.77	71.56
48	7.64	183.35	91.67	87.09	82.51	77.92
50	7.96	198.94	99.47	94.50	89.52	84.55
55	8.75	240.72	120.36	114.34	108.32	102.31
60	9.55	286.48	143.24	136.08	128.92	121.75
65	10.35	336.21	168.11	159.70	151.30	142.89
70	11.14	389.93	194.96	185.22	175.47	165.72
75	11.94	447.62	223.81	212.62	201.43	190.24
80	12.73	509.30	254.65	241.92	229.18	216.45
85	13.53	574.95	287.47	273.10	258.73	244.35
90	14.32	644.58	322.29	306.17	290.06	273.95
95	15.12	718.19	359.09	341.14	323.18	305.23
100	15.92	795.77	397.89	377.99	358.10	338.20
110	17.51	962.89	481.44	457.37	433.30	409.23
120	19.10	1145.92	572.96	544.31	515.66	487.01
130	20.69	1344.86	672.43	638.81	605.19	571.57
140	22.28	1559.72	779.86	740.87	701.87	662.88
150	23.87	1790.49	895.25	850.48	805.72	760.96
160	25.46	2037.18	1018.59	967.66	916.73	865.80
170	27.06	2299.79	1149.89	1092.40	1034.91	977.41
180	28.65	2578.31	1289.16	1224.70	1160.24	1095.78
190	30.24	2872.75	1436.37	1364.55	1292.74	1220.92
200	31.83	3183.10	1591.55	1511.97	1432.39	1352.82
250	39.79	4973.59	2486.80	2362.46	2238.12	2113.78
300	47.75	7161.97	3580.99	3401.94	3222.89	3043.84

Cuadro 9.3 Area de cobertura para Red de Arrastre,  
para diversos lances y porcentajes.

Lances	Porcentaje de cobertura.					
	100.00	90.00	85.00	80.00	75.00	70.00
1	679.07	611.16	577.21	543.25	509.30	475.35
2	1358.14	1222.32	1154.42	1086.51	1018.60	950.70
3	2037.21	1833.49	1731.63	1629.76	1527.90	1426.04
4	2716.27	2444.65	2308.83	2173.02	2037.21	1901.39
5	3395.34	3055.81	2886.04	2716.27	2546.51	2376.74
6	4074.41	3666.97	3463.25	3259.53	3055.81	2852.09
7	4753.48	4278.13	4040.46	3802.78	3565.11	3327.44
8	5432.55	4889.29	4617.67	4346.04	4074.41	3802.78
9	6111.62	5500.46	5194.88	4889.29	4583.71	4278.13
10	6790.69	6111.62	5772.08	5432.55	5093.02	4753.48
11	7469.76	6722.78	6349.29	5975.80	5602.32	5228.83
12	8148.82	7333.94	6926.50	6519.06	6111.62	5704.18
13	8827.89	7945.10	7503.71	7062.31	6620.92	6179.53
14	9506.96	8556.27	8080.92	7605.57	7130.22	6654.87
15	10186.03	9167.43	8658.13	8148.82	7639.52	7130.22
16	10865.10	9778.59	9235.33	8692.08	8148.82	7605.57
17	11544.17	10389.75	9812.54	9235.33	8658.13	8080.92
18	12223.24	11000.91	10389.75	9778.59	9167.43	8556.27
19	12902.31	11612.08	10966.96	10321.84	9676.73	9031.61
20	13581.37	12223.24	11544.17	10865.10	10186.03	9506.96
21	14260.44	12834.40	12121.38	11408.35	10695.33	9982.31
22	14939.51	13445.56	12698.59	11951.61	11204.63	10457.66
23	15618.58	14056.72	13275.79	12494.86	11713.94	10933.01
24	16297.65	14667.88	13853.00	13038.12	12223.24	11408.35
25	16976.72	15279.05	14430.21	13581.37	12732.54	11883.70
26	17655.79	15890.21	15007.42	14124.63	13241.84	12359.05
27	18334.86	16501.37	15584.63	14667.88	13751.14	12834.40
28	19013.92	17112.53	16161.84	15211.14	14260.44	13309.75
29	19692.99	17723.69	16739.04	15754.39	14769.75	13785.10
30	20372.06	18334.86	17316.25	16297.65	15279.05	14260.44
31	21051.13	18946.02	17893.46	16840.90	15788.35	14735.79
32	21730.20	19557.18	18470.67	17384.16	16297.65	15211.14
33	22409.27	20168.34	19047.88	17927.41	16806.95	15686.49
34	23088.34	20779.50	19625.09	18470.67	17316.25	16161.84
35	23767.41	21390.67	20202.30	19013.92	17825.55	16637.18
36	24446.47	22001.83	20779.50	19557.18	18334.86	17112.53
37	25125.54	22612.99	21356.71	20100.43	18844.16	17587.88
38	25804.61	23224.15	21933.92	20643.69	19353.46	18063.23
39	26483.68	23835.31	22511.13	21186.94	19862.76	18538.58
40	27162.75	24446.47	23088.34	21730.20	20372.06	19013.92

Características

Ancho de la Boca	=	3.00 m.
% Abertura de Boca	=	75.00 %
Largo de la Red	=	5.00 m.
Tiempo de arrastre	=	15.00 min.
Velocidad	=	0.50 nudos
Distancia corrida	=	226.36 m.
Area cubierta	=	509.30 m <sup>2</sup>



**Fig. 9.2 Cobertura de área.**

A Chinchorro  
 B Red de Arrastre

## 9.2 Selectividad de las artes de pesca.

La captura de una porción de la población no representa necesariamente la estructura de la misma, ya que la red con la que es capturada presenta un factor de selección, que depende del tamaño de la malla, mientras mayor sea esta mayor serán los tamaños de los organismos que son capturados. Por lo tanto se puede entender como selectividad cualquier factor que haga que la composición por tallas de las capturas sea diferente a la de la población y por lo tanto que la mortalidad por pesca cambie (Pope et al, 1983).

El control de la selectividad es un medio de regulación eficiente al evitar la captura de ciertas tallas en la población, por lo que es un método común en la regulación pesquera.

En este inciso se analiza únicamente la selectividad de dos artes de pesca el chinchorro y la red de arrastre, ya que el método para la atarraya no está debidamente probado. El análisis se hizo particularmente para el período de abril a junio de 1981, que cubre la época de reclutamiento masivo (mayo), del langostino *N. tenellus* en la Laguna de Tres Palos, esta época de reclutamiento fue determinada anteriormente en el inciso 8.5.2.

### 9.2.1 Selectividad del chinchorro.

El análisis de la selectividad con el chinchorro estuvo asociado al inciso de reclutamiento por el método de reducción de poblaciones (Cap. 8), se considero al primer lance como la unidad a ser analizada, a partir de los resultados del análisis de reducción de poblaciones, esto es el número estimado de la población original ( $N_0$ ), se reconstruyó la estructura de la población por tallas, considerando para ello los tres lances realizados, para cada mes, comparando el primer lance contra la suma total de lances en composición y número se construye una curva de selección, se obtiene su composición porcentual, esta se transforma en porcentual acumulativa, a partir de ella se obtiene la talla del 50 %.

Los resultados obtenidos para el chinchorro, se representan en la figura 9.3.

Para obtener el factor de selectividad de acuerdo a Larrañeta (1967) se aplica la ecuación siguiente:

$$F_s = L_{50} / M_a \quad (9.4)$$

Donde ( $F_s$ ) es el factor de selectividad, ( $L_{50}$ ) es la longitud del 50 % y ( $M_a$ ) es el tamaño de la malla empleada.

Conociendo el factor de selectividad y despejando la ecuación es posible determinar el tamaño de malla para una longitud total del organismo determinada o viceversa. Los resultados se presentan en el cuadro 9.4 y en la figura 9.3.



Cuadro 9.4 Selectividad del chinchorro.

Mes	Leo	Fs	Malla
Abril	59.2	5.92	10.0
Mayo	66.4	6.64	10.0
Junio	97.1	9.71	10.0
Media	74.2	7.42	10.0

## 9.2.2 Selectividad de la red de arrastre.

El desarrollo analítico para determinar el factor de selectividad con las redes de arrastre es parecido, la variación consiste en que se utilizó el método del copo y sobrecopo (Larrañeta 1963, Gulland 1975, Pope *et al* 1983), mediante el cual se compara la composición de la captura del copo contra la del copo más la del sobre copo, tomando a esta última como el 100 %, se obtiene el porcentaje respectivo para la captura del copo, se realiza una curva de porcentaje acumulativo y se determina la longitud del 50 %.

En la figura 9.4, se observan los resultados del análisis. En el cuadro a continuación se presentan los valores de la longitud del 50 %, del factor de selectividad y del tamaño de la malla, así como sus valores medios.

Cuadro 9.5 Selectividad de la red de arrastre.

Mes	Leo	Fs	Malla
Abril	54.8	5.48	10.0
Mayo	60.4	6.04	10.0
Junio	59.8	5.98	10.0
Media	58.3	5.83	10.0

En general se aprecia diferencias en los valores para cada una de las redes, a pesar de que ambas tienen malla de 10 mm. Esto es probable se deba al comportamiento de cada una de ellas, mientras el chinchorro se utilizó en profundidades someras, donde se concentra la mayor población de la especie, la red de arrastre se empleó en profundidades mayores, donde solo actúa sobre una parte de la población, aparentemente de talla menor.

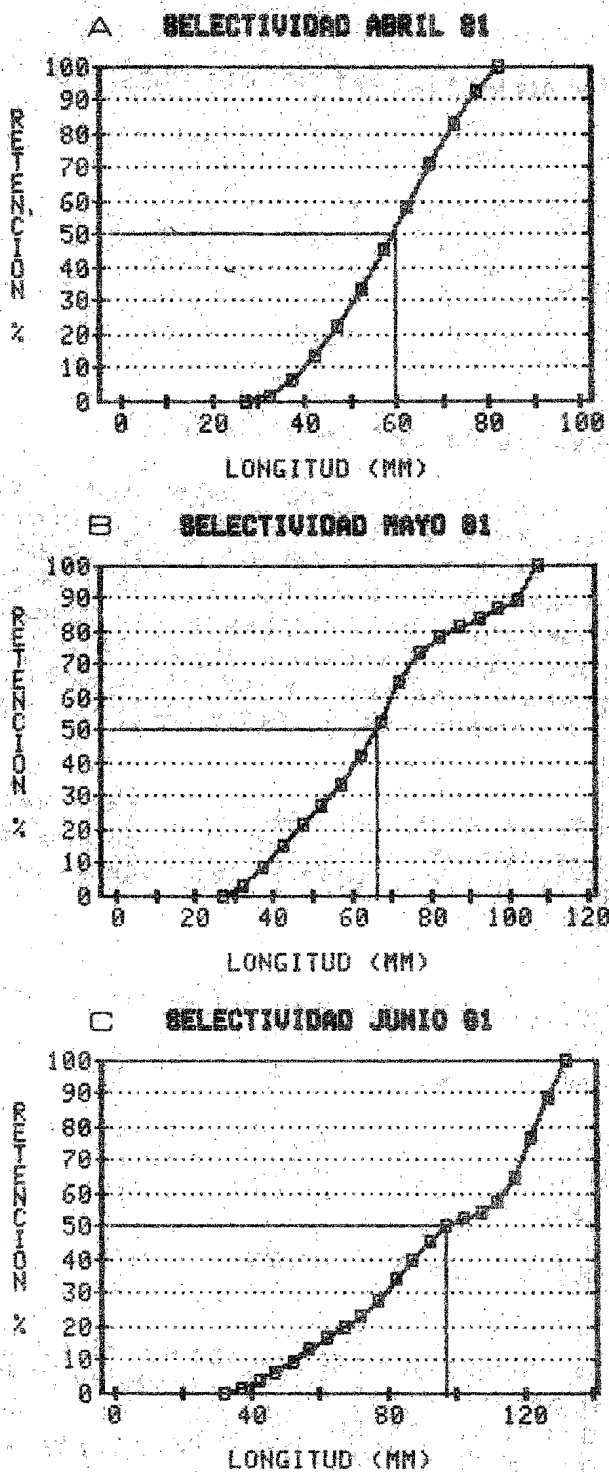


Fig. 9.3 Selectividad del chinchorro.

- A Mes de abril
- B Mes de mayo
- C Mes de junio

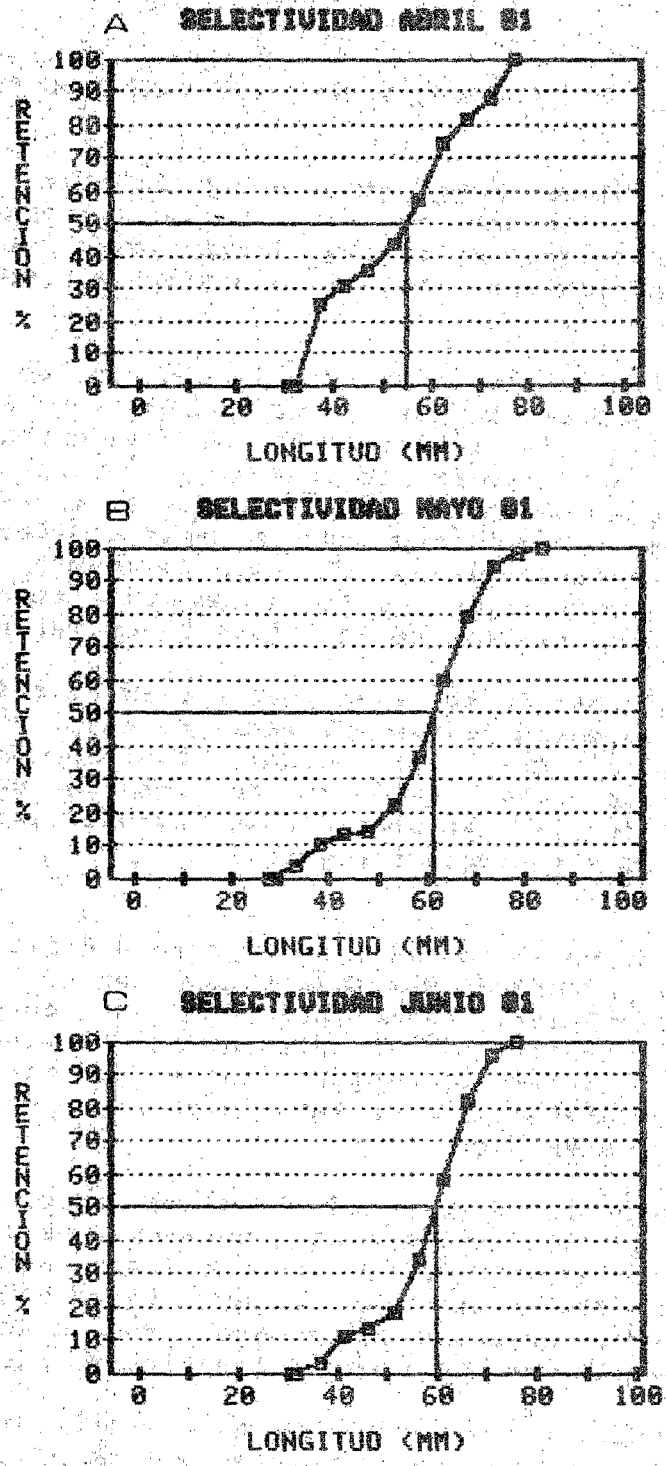


Fig. 9.4 Selectividad de la red de arrastre.

- A Mes de abril
- B Mes de mayo
- C Mes de junio

### 9.3 Producción pesquera en la Laguna de Tres Palos: 76 y 81.

Es un problema para las investigaciones de los recursos pesqueros, la veracidad de la información presentada por las estadísticas pesqueras oficiales (Guzmán 1975), este hecho limita el análisis confiable de dicha información. Al respecto Henderson (1974) dice:

"El sistema existente de recopilación de las capturas y de los valores de estas, fué diseñado en un principio para evaluar la contribución de las pesquerías a la economía a niveles estatales y nacionales. Tales estadísticas se basan en la captura, entregada a los mayoristas y son compiladas a bases de tipo regional, sin referencia particular al lugar de origen. En algunos casos las capturas de agua dulce aparecen combinadas con aquellas provenientes de los desembarcos marinos...

...tal información no tiene gran uso en la determinación de los potenciales de las masas de agua. Por ello, es recomendable que el actual sistema de reportes estadísticos sea suplementado con un programa de muestreo de las capturas, tanto lago por lago como por desembarcos y esfuerzo pesquero."

Esto determinó el objetivo del presente capítulo, desarrollar un sistema de captación confiable y oportuno de información sobre capturas comerciales, simultáneamente al desarrollo de una investigación científica. En este aspecto debemos considerar que el pescador, no solamente captura langostinos sino otras especies como peces y camarón, por lo tanto esfuerzo y rendimientos deben ponderarse adecuadamente.

El trabajo se desarrollo para dos ciclos pesqueros, el de 1976 y el de 1981, primero para confirmar el método de trabajo empleado en ambos ciclos y segundo para comparar dos ciclos meteorológicos distintos, particularmente el efecto del ciclo de lluvia anterior, cuya acción es determinantes en los períodos de desarrollo larval y por lo tanto del reclutamiento de la especie.

La información fué recopilada diariamente, tomando como base la población del Arrenal, en la Laguna de Tres Palos. Se analizaron en ambos períodos cuatro unidades pesqueras típicas de la laguna, compuestas por un cayuco, dos pescadores y sus artes de pesca empleadas; una red agallera y una o dos atarrayas.

Los datos fueron registrados en formas especialmente diseñadas para ser llenadas por los propios pescadores. Se anotaban los siguientes datos: día, hora de salida y de llegada, tiempo empleado, especie; número y peso total, longitud y peso promedio, área de captura. La información diaria fué estructurada por semanas, numerándose estas en orden progresivo.

El ciclo de pesca del langostino para 1976 se inicia en la semana 17 (23 al 29 de mayo) y termina en la semana 41 (8 al 14 de octubre), el ciclo de 1981 se inicia en la semana 23 (4 al 10 de junio) y termina en la semana 44 (del 29 de octubre al 4 de noviembre), en general el ciclo 1976 se caracterizó por ser de mayor amplitud. El ciclo 1976 empleo 25 semanas, y el ciclo 1981 utilizó 22, desfasándose el inicio del ciclo 1981, en 7 semanas respecto al ciclo 1976.

La información fue tabulada como capturas por semana, número de organismos, peso total y peso promedio. El esfuerzo pesquero a su vez se tabuló por semana, días a la semana de trabajo, viajes semanales, horas semanales, viajes diarios, horas diarias y horas por viaje. Para ambas tabulaciones se obtuvieron los totales y los promedios.

### 9.3.1 Captura.

La captura total del ciclo 1976 corresponde a 2.25 veces de la del ciclo 1981, en cuanto al número de organismos, y a 1.73 veces respecto al peso total, en cambio el peso promedio es mayor para 1981 en 1.51 tantos, que para 1976.

Observando las gráficas para captura en número y en peso se observa un comportamiento monocíclico para 1976, quedando comprendidos los mayores valores entre las semanas 27 y 36, y los picos del ciclo entre las semanas 30 a 33 (del 23 de julio al 19 de agosto). El ciclo 1981 se comporta como bicíclico, con un período más amplio que el otro en las semanas 26 a 35 (25 de julio a 2 de septiembre) y otro ciclo menor de la semana 38 a la 44 (17 de septiembre al 4 de noviembre) los mayores picos se encuentran en las semanas 27, 29, 32 y 41. Comparativamente los ciclos en 1976 se encuentran por fuera del rango del ciclo 1981.

Analizando las dos semanas de captura máxima para cada ciclo, se observó que la máxima captura en 1976 fue en la semana 33 con 891.276 Kg, en tanto que en 1981 fue de 99.960 Kg correspondiendo la primera a un 90 %. La máxima captura en 1981 fue en la semana 27, con 324.576 Kg, en 1976 fue de 3.432 Kg, correspondiendo el 99 % a la captura de 1981.

El comportamiento del peso promedio de los organismos, se incrementa gradualmente en el ciclo 1976, desde el inicio de la temporada en la semana 17, rebasando el peso de 15 gramos en la semana 30, se continúa incrementando hasta alcanzar su mayor valor en la semana 40, en donde este se desploma, aparentemente por el reclutamiento de la nueva generación, en cambio en el ciclo 1981, además de mantenerse el peso promedio por encima de los 15 gramos, a lo largo de todo el ciclo, alcanza su mayor valor en la semana 26, en forma irregular decrece hasta las semanas 36-37, para fluctuar aumentando y disminuyendo hasta la semana 44. Esto pudiera explicarse como reclutamientos sucesivos y de poca magnitud respecto al de ciclo 1976.

Cuadro 9.6 Captura comercial 1976.

	Semana numero	Organ. numero	Peso total	Peso promedio
	17	168	1176	7.0
	18	648	5832	9.0
	19	600	3600	6.0
	20	72	792	11.0
	21	540	4320	8.0
	22	432	3240	7.5
	23	2004	24048	12.0
	24	4200	46200	11.0
	25	1392	13920	10.0
	26	4200	50400	12.0
	27	312	3432	11.0
	28	24084	313092	13.0
	29	35232	422784	12.0
	30	42780	641700	15.0
	31	36324	653832	18.0
	32	38580	617280	16.0
	33	52428	891276	17.0
	34	36988	626772	19.0
	35	3024	63504	21.0
	36	2400	45600	19.0
	37	4620	92400	20.0
	38	6168	111024	18.0
	39	3021	51204	17.0
	40	3636	69084	19.0
	41	216	1281	5.9
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>304069.0</b>	<b>4757793.0</b>	<b>---</b>
<b>Promedio</b>	<b>--</b>	<b>12162.8</b>	<b>190311.7</b>	<b>13.4</b>

Cuadro 9.7 Captura comercial 1981.

Semana numero	Organ. numero	Peso total	Peso promedio	
23	684	14022	20.5	
24	2088	48024	23.0	
25	2304	55296	24.0	
26	4032	102816	25.5	
27	14112	324576	23.1	
28	8208	201096	24.5	
29	11088	243936	22.0	
30	8064	153216	19.0	
31	4752	83160	17.5	
32	7920	150480	19.0	
33	5712	99960	17.5	
34	5760	112320	19.5	
35	2664	45288	17.0	
36	2232	36828	16.5	
37	4176	75168	18.0	
38	2808	58968	21.0	
39	1944	43740	22.5	
40	5040	100800	20.0	
41	14328	265068	18.5	
42	12384	272448	22.0	
43	7056	127008	18.0	
44	7920	138600	17.5	
Total	22	135276.0	2752818.0	----
Promedio	--	6148.9	125128.1	20.3

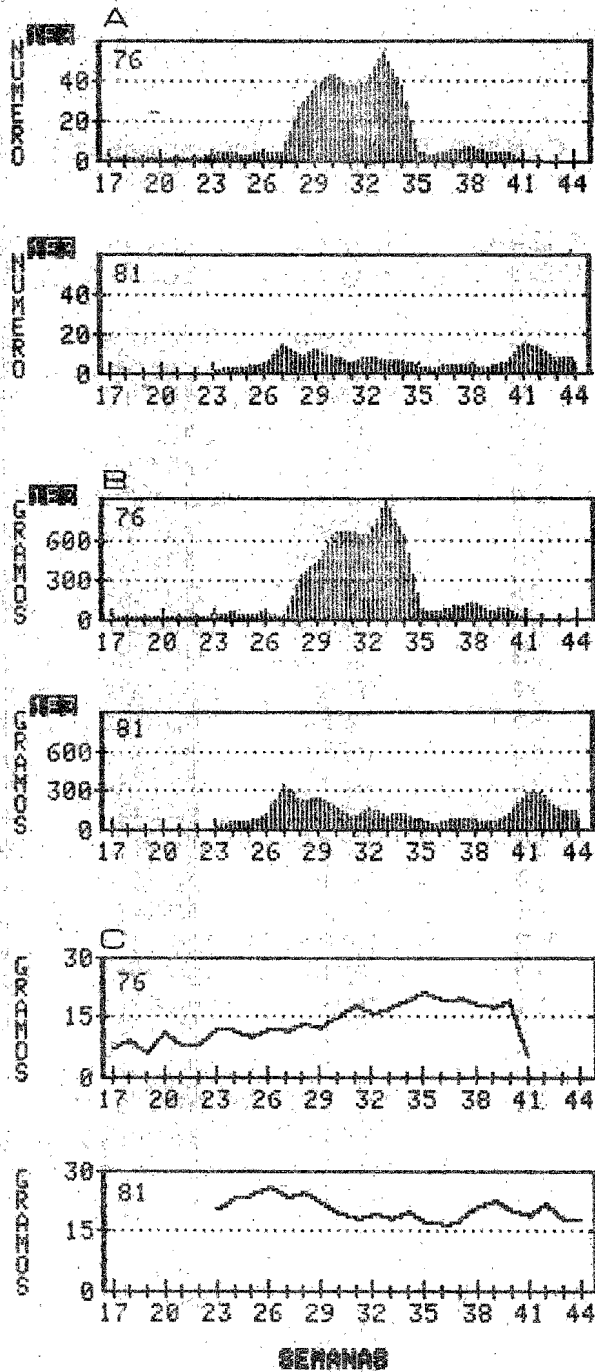


Fig. 9.5 Captura comercial de langostino en la Laguna de Tres Palos (Ciclos 76 y 81).

- A Número
- B Peso total
- C Peso promedio



### 9.3.2 Esfuerzo.

Respecto a los valores del esfuerzo no tienen tanta variabilidad como los valores de captura, en el ciclo 1976 se emplearon 114 días contra 143 del ciclo 1981, los viajes a la semana son similares 334 para 1976 y 321 para 1981, al igual que las horas semanales 1753:35 y 1704:56, y el promedio de los viajes diarios 2.83 y 2.26 respectivamente, en 1976 se utilizó un promedio de 5:24 horas por viaje y en 1981 se emplearon 5:19, valores semejantes también, se tiene entonces que la mayor diferencia entre ambos ciclos estriba en el promedio de días de trabajo a la semana.

Durante el ciclo 1976 los días de trabajo a la semana son irregulares a lo largo del mismo, solamente de la semana 23 a 33 se mantiene en 7 días, disminuyendo a ambos lados, para el ciclo 1981, es más regular manteniéndose en todo el ciclo sobre los 4 días, a excepción de la semana 44, presentando tres períodos donde el número de días fué de 7. Respecto a los viajes semanales en 1976 se presentan tres grupos el primero irregular con altas y bajas, un segundo regular y amplio (de la semana 27 a la 36) y otro período regular y menor (de la semana 36 a la 41), el ciclo 1981 presenta también tres grupos aún cuando más homogéneos que en 1976, todos ellos dentro de un rango aproximado de los 10 a los 20 viajes semanales, el primer grupo es irregular con altas y bajas, un segundo grupo muy estable (de la semana 30 a la 36) y finalmente otro período irregular altas y bajas de mayor amplitud. La correspondencia entre ambos ciclos estriba en que coinciden cronológicamente los períodos de mayor esfuerzo en viajes del ciclo 1976, con el período de estabilidad del ciclo 1981. El comportamiento de las horas semanales es muy semejante, tanto en la estructura de tres grupos, en los valores más altos y bajos del ciclo 1976, y en la homogeneidad del ciclo 1981.

Analizando el tiempo empleado, horas a la semana para las semanas de mayor captura para ambos ciclos, en 1976 para la semana de mayor captura (la semana 33), las horas a la semana representan el 61 % respecto a la misma semana en el ciclo 1981, y para la mayor captura de este ciclo (la semana 27) representa solo el 22 % las horas del ciclo 1976.

Basándose en el criterio de la Captura por Unidad de Esfuerzo, (C.P.U.E.) se procedió al análisis de la información de ambos ciclos, para llegar a definir cual es la Unidad de Esfuerzo Pesquero (U.E.P.), se desarrolló una matriz con las variables definidas como esfuerzo, estas variables son:

#### Cuadro 9.8 Variables de esfuerzo.

Días de pesca	(D)
Ejemplares capturados	(E)
Viajes realizados	(V)
Tiempo empleado	(T)

En dicha matriz se integraron todas las posibles combinaciones entre estas variables, con el objeto de llegar a establecer cual de ellas o combinación de ellas determinarían con mayor exactitud la Unidad de Esfuerzo Pesquero. En el siguiente cuadro se observan las diferentes combinaciones y sus ecuaciones respectivas:

Cuadro 9.9 Determinación de la unidad de esfuerzo pesquero.

(D)	(E)	(V)	(T)
(D) Días de pesca semanales > D=Ds (9.5)	Ejemplares por día Es/Ds=Ed (9.9)	Número de viajes Vs/Ds=Vd (9.10)	Horas por día > Hf-Hi=Hd (9.11)
(E)	Ejemplares semanales > E=Es (9.6)	Ejemplares por viaje Ed/Vd=Es/Vs=Ev (9.12)	Ejemplares por hora Ed/Hd=Es/Hs=Hh (9.13)
(V)		Viajes por semana > V=Vs (9.7)	Horas por viaje Hd/Vd=Hs/Vs=Hv (9.14)
(T)		Horas por viaje semanales > Hd=Vsh (9.15)	Horas semanales > Vs=hs (9.8)

Nota (D) = Días (E) = Ejemplares  
(V) = Viajes (T) = Tiempo  
> = Sumatoria.

Partiendo de las ecuaciones anteriores se tiene:

Ejemplares por viaje y día:

$$Evd = Ed / Vd \quad (9.16)$$

Ejemplares por viaje, día y hora:

$$UEP = Evd / Hd \quad (9.17)$$

Esta última ecuación determina la unidad de esfuerzo pesquero (UEP), la cual queda definida como el promedio semanal del número de ejemplares capturados por día, por viaje y por hora. Con estas ecuaciones se calcularon los datos de esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo de los cuadros 9.10 a 9.13.

Cuadro 9.10 Esfuerzo de pesca 1976.

Semana Numero	Días Semana	Viajes Semana	Horas Semana	Viajes Diarios	Horas Diarias	Horas Viaje	
17	1	3	18.00	3.00	18.00	6.00	
18	4	12	60.00	3.00	15.00	5.00	
19	4	12	72.00	3.00	18.00	6.00	
20	1	3	15.00	3.00	15.00	5.00	
21	3	8	48.06	2.67	16.02	6.00	
22	1	3	18.00	3.00	18.00	6.00	
23	4	12	72.00	3.00	18.00	6.00	
24	6	16	96.12	2.67	16.02	6.00	
25	3	7	41.54	2.44	13.48	6.00	
26	6	12	72.00	2.00	12.00	6.00	
27	3	6	36.00	2.00	12.00	6.00	
28	6	23	137.58	3.83	22.58	6.00	
29	7	27	135.10	3.86	19.30	5.00	
30	7	28	112.00	4.00	16.00	4.00	
31	7	28	140.00	4.00	20.00	5.00	
32	7	24	120.05	3.43	17.15	5.00	
33	7	22	131.58	3.14	18.54	6.00	
34	6	18	108.00	3.00	18.00	6.00	
35	4	12	60.00	3.00	15.00	5.00	
36	2	3	15.00	1.50	7.50	5.00	
37	5	10	40.00	2.00	8.00	4.00	
38	7	14	56.00	3.00	8.00	4.00	
39	6	17	78.12	2.17	13.02	6.06	
40	6	12	60.00	2.00	10.00	5.00	
41	1	2	10.00	2.00	10.00	5.00	
Total	25	114.0	334.0	70.71	376.21	135.00	
promedio	--	4.6	13.4	70.09	2.83	15.03	5.24

Cuadro 9.11 Esfuerzo de pesca 1981.

Semana Numero	Dias Semana	Viajes Semana	Horas Semana	Viajes Diarios	Horas Diarias	Horas Viaje
23	6	6	30.00	1.00	5.00	5.00
24	7	14	84.00	2.00	12.00	6.00
25	5	10	60.00	2.00	12.00	6.00
26	7	14	98.00	2.00	14.00	7.00
27	7	21	126.00	3.00	18.00	6.00
28	7	14	84.00	2.00	12.00	6.00
29	7	21	105.00	3.00	15.00	5.00
30	6	18	90.00	3.00	15.00	5.00
31	6	12	60.00	2.00	10.00	5.00
32	7	14	70.00	2.00	10.00	5.00
33	7	14	84.00	2.00	12.00	6.00
34	7	14	70.00	2.00	10.00	5.00
35	7	14	70.00	2.00	10.00	5.00
36	7	14	56.00	2.00	8.00	4.00
37	7	21	84.00	3.00	12.00	4.00
38	7	14	56.00	2.00	8.00	4.00
39	6	8	31.32	1.33	5.32	4.00
40	6	12	72.00	2.00	12.00	6.00
41	7	21	126.00	3.00	18.00	6.00
42	7	21	105.00	3.00	15.00	5.00
43	7	14	84.00	2.00	12.00	6.00
44	3	10	59.24	3.33	19.18	6.00
Total	22	143.0	321.0	49.66	264.50	117.00
Promedio	--	6.5	14.6	2.26	12.02	5.19

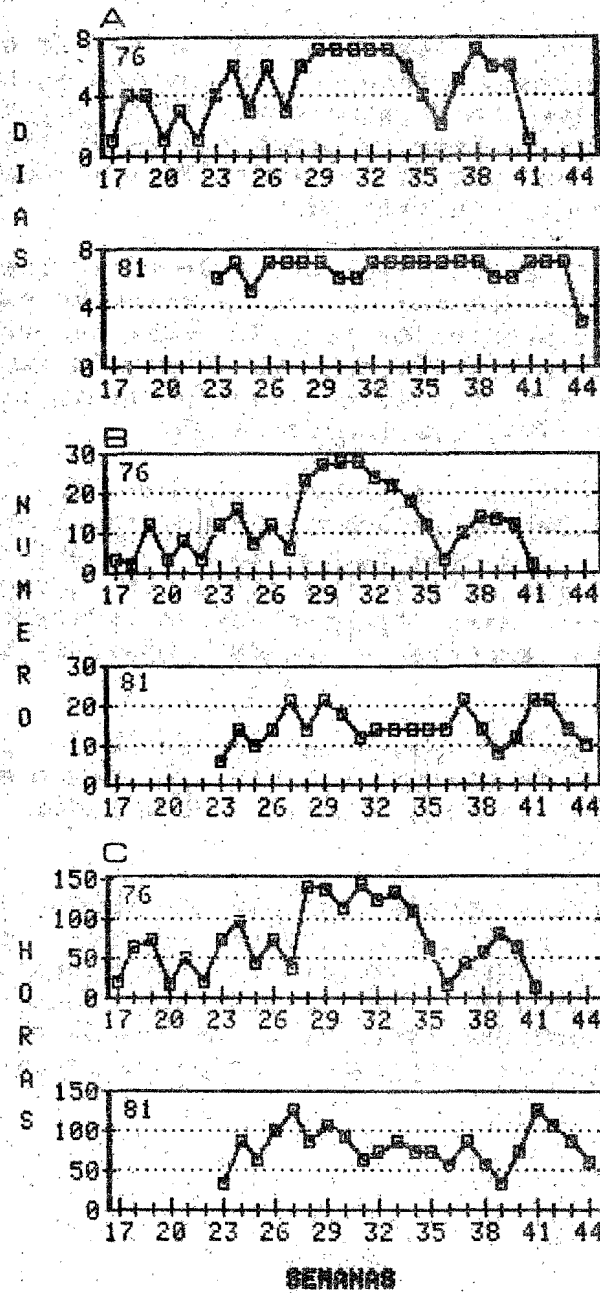


Fig. 9.6 Esfuerzo pesquero en la Laguna de Tres Palos.

A Dias a la semana  
 B Viajes semanales  
 C Horas semanales

### 9.3.3 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Las gráficas de captura por unidad de esfuerzo (Fig. 9.7) mantienen el mismo patrón de la captura en número, en el ciclo 1976 se mantiene valores mayores de las semanas 27 a la 35, con dos períodos más pequeños a ambos lados, en cambio el ciclo 1981, mantiene dos grupos uno de la semana 23 a la 36, y otro de esta al final del ciclo en la semana 44.

Comparando ambos ciclos observamos que el promedio de organismos capturados por unidad de esfuerzo es mayor en el ciclo de 1976, en una proporción de 1.97 veces que en el ciclo de 1981, y los organismos por viaje en 1.53 veces. La captura por unidad de esfuerzo es mayor en 1976, cuyo promedio 117.41 es 1.58 veces mayor que la de 1981, que fué de 74.15.

Se realizó una regresión lineal entre la captura (C) y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), resultando una correlación alta, positiva y significativa ( $A_{(0.05)}$ ) entre ambas variables. La ecuación 9.17 refleja no solamente la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), sino también es un indicador de la abundancia relativa de la especie y puede emplearse en trabajos de tipo ecológico.

Los patrones semanales de esfuerzo pesquero (EP) son similares, por lo tanto el efecto humano se descarta como el elemento básico de los cambios observados en ambos ciclos de producción.

Por lo tanto se puede concluir que ambos ciclos (1976 y 1981) mantienen un patrón diferente en su comportamiento, esta diferencia esta dada, básicamente por condiciones propias de la dinámica poblacional de los langostinos, como una respuesta a los cambios medioambientales, esto se refleja claramente en su abundancia relativa expresada como la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

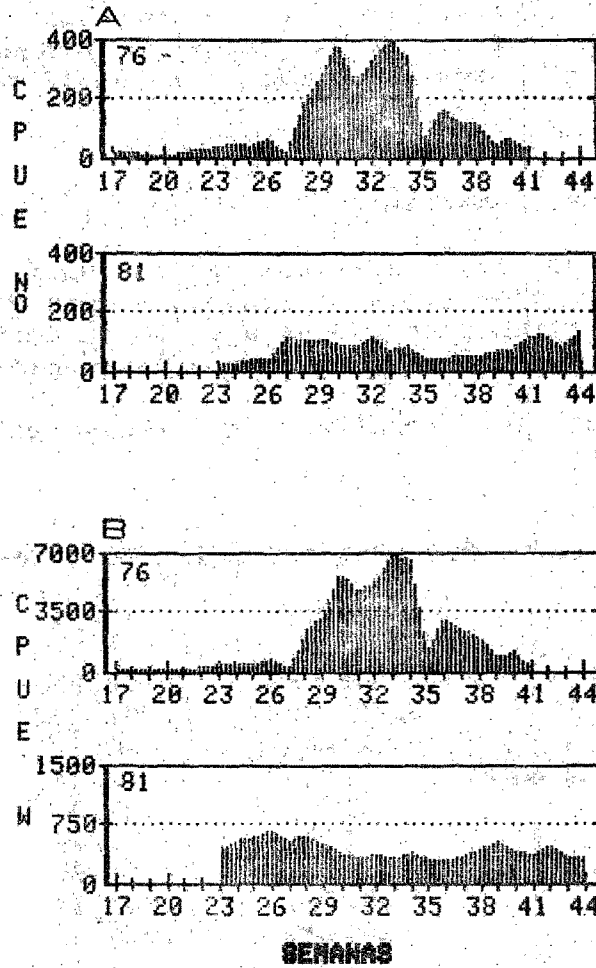
Cuadro 9.12 Captura por unidad de esfuerzo 1976.

Semana Numero	Organ. Diarios	Organ. Viaje	CPUE O/H	
17	168.00	56.00	9.33	
18	162.00	54.00	10.80	
19	150.00	50.00	8.33	
20	72.00	24.00	4.80	
21	180.00	67.42	11.24	
22	432.00	144.00	24.00	
23	501.00	167.00	27.83	
24	700.00	262.17	43.69	
25	464.00	199.14	33.19	
26	700.00	350.00	58.33	
27	104.00	52.00	8.67	
28	4014.00	1048.00	174.67	
29	5033.14	1303.00	260.78	
30	6111.43	1527.86	381.96	
31	5189.14	1297.28	259.46	
32	5511.43	1606.83	321.37	
33	7489.71	2385.26	397.54	
34	6164.67	2054.89	342.48	
35	756.00	254.00	50.40	
36	1200.00	800.00	160.00	
37	924.00	463.00	115.50	
38	881.14	440.57	110.14	
39	502.00	231.34	38.56	
40	606.00	303.00	60.60	
41	216.00	108.00	21.60	
Total	25	48231.66	15248.76	2935.27
Promedio	--	1929.27	609.95	117.41

Cuadro 9.13 Captura por unidad de esfuerzo 1981.

Semana Numero	Organ. Diarios	Organ. Viaje	CPUE O/H	
23	114.00	114.00	22.80	
24	298.29	149.14	24.86	
25	460.80	230.40	38.40	
26	576.00	288.00	41.14	
27	2016.00	672.00	112.00	
28	1172.57	586.28	97.71	
29	1584.00	528.00	105.60	
30	1344.00	448.00	89.60	
31	792.00	396.00	79.20	
32	1131.43	565.71	113.14	
33	816.00	408.00	68.00	
34	882.86	411.43	82.29	
35	380.57	190.28	38.06	
36	318.86	159.43	39.86	
37	596.57	198.86	49.71	
38	401.14	200.57	50.14	
39	324.00	243.61	60.90	
40	840.00	420.00	70.00	
41	2046.00	682.29	113.72	
42	1769.14	589.71	117.94	
43	1008.00	504.00	84.00	
44	2640.00	792.79	132.13	
Total	22	21453.09	8778.50	1631.20
Promedio	--	977.83	399.025	74.15





**Fig. 9.7** Captura por unidad de esfuerzo.  
(Ciclos 76 y 81)

A En número  
B En peso

#### 9.4 Modelos de producción.

Se desarrollaron diversos modelos para estimar la producción pesquera de la Laguna de Tres Palos, se utilizó tanto la información proveniente de la producción pesquera comercial como la obtenida de modelos biológicos analizados en capítulos anteriores.

##### 9.4.1 Captura comercial.

Partiendo de los resultados del inciso 9.3 se desarrolló un modelo de producción para la laguna de Tres Palos. El cual toma como base la producción pesquera de los ciclos 1976 y 1981, así como la relación entre la producción y la precipitación.

Concentrando los resultados del inciso anterior se tiene el cuadro siguiente:

Cuadro 9.14 Concentración de datos.

Variables	1976	1981	Unidades
Número total	304,069	135,276	Nt
Peso total Kg	4,757.793	2,752.818	Wt
Peso promedio	13.4	20.3	w'
Unidades pesqueras	2.83	2.26	UP
Semanas	25.0	22.0	S
Horas/Viaje	5.24	5.19	Hv
Días/Semana	4.6	6.5	Ds
Esfuerzo	602.60	742.17	H/V/S
Captura/UP	1,681.20	1,218.06	CPUP
Captura/UE	7.90	3.71	CPUE

Con esta información se procedió a determinar la producción total de la laguna, para ello se tomó como base la Captura por Unidad Pesquera (CPUP):

$$CPUP = (Wt) / (U'P) \quad (9.18)$$

Donde (Wt) es la Captura total y (U'P), el promedio de las unidades pesqueras utilizadas.

La estimación de producción de la Laguna de Tres Palos en Toneladas métricas se tendría de acuerdo a la siguiente relación:

$$PW = (CPUP) (U'Pt) \quad (9.19)$$

Donde (PW) es la producción estimada en kilogramos, (CPUP) es la captura por unidad de Pesca y (U'Pt) son la unidades de pesca totales en la laguna.

Dado que no se tiene la certeza del número de unidades pesqueras en la laguna, se estimó para un rango de ellas que va de 100 a 150 unidades y tomando el área (A) de la laguna como 4,852.275 hectáreas, se puede estimar el rendimiento por hectárea de la laguna mediante la siguiente relación:

$$PWA = (CPUP) (UPt) / A \quad (9.20)$$

Donde (PWA) es la producción en peso por hectárea y (A) es el área de la laguna.

En el cuadro a continuación se presentan las estimaciones para cada uno de los ciclos:

**Cuadro 9.13 Estimación de la producción pesquera.**

Unidades de pesca	Kg		Kg/Ha	
	1976	1981	1976	1981
100	168,120	121,806	34.65	25.10
125	210,150	152,258	43.31	31.38
150	252,180	182,709	51.97	37.65

Los ciclos de producción de langostino no son anuales, sino prácticamente de 6 meses.

#### 9.4.2 Producción y ambiente.

Se observó un hecho particular que motivo este análisis, fue que una producción alta de langostino depende de dos factores uno ambiental y otro pesquero, el ambiental básicamente hidrológico, el factor pesquero fundamentalmente es el esfuerzo destinado a la captura, tal como se observó anteriormente, las diferencias en el esfuerzo, no son altamente significativas de un ciclo respecto a otro, por ello el análisis se concentró en los factores ambientales, particularmente en la precipitación.

Al analizar dicho factor en ambos ciclos con las variables de captura y esfuerzo, se observó un hecho relevante: la captura de un ciclo dado, depende de dos ciclos de precipitación inmediatos, el del ciclo en cuestión (P1) y el del ciclo anterior (P2). El ciclo anterior determina el éxito en el reclutamiento, a través de una alta supervivencia larval, para ello es necesario que el ciclo anterior (P1) sea de lluvias abundantes, como consecuencia inmediata es el arrastre de nutrientes a la laguna y la apertura de la boca que comunica con el mar, y el ciclo durante la producción (P2) sea de lluvias escasas, que facilita la captura del langostino al ser el nivel del agua somera y este encontrarse en una densidad mayor, por este hecho.

Por lo tanto el análisis implica valores absolutos de precipitación y lluvias, por lo que se tiene solo dos juegos de variables las del ciclo 76 y las del 81, se buscó la forma de incorporar como una sola variable la relación entre los ciclos sucesivos de lluvias, esto se logró con el cociente entre ambos valores mediante la relación:

$$C_p = (P_2) / (P_1) \quad (9.21)$$

El cociente ( $C_p$ ) representa la proporción de lluvia en el sistema ( $P_1 + P_2$ ), tomándolo como un 100 %, donde ( $P_1$ ) es la precipitación anual del ciclo anterior y ( $P_2$ ) la del ciclo actual.

Se desarrolló un cuadro con los valores de precipitación de 1971 a 1981, incluyendo en ella, los dos únicos valores observados de producción pesquera de los ciclos 76 y 81. Se calcularon los cocientes para ambos ciclos y conjuntamente con los valores de producción se realizó una regresión lineal, obteniendo la siguiente ecuación:

$$P_w = 274.47 - 171.53 C_p$$

Donde ( $P_w$ ) es la producción en biomasa (Kg.) y ( $C_p$ ) es el cociente de la precipitación.

Finalmente se calcularon los valores teóricos de producción para cada uno de los años del cuadro, quedando todo consignado en el cuadro siguiente:

Cuadro 9.16 Producción estimada.

Ciclo	Precip.	$C_p$	Tons.	Kg/Ha
71	1268.6			
72	626.4	0.49	190.42	39.24
73	1793.7	2.86	----	----
74	1545.9	0.86	126.95	26.16
75	1455.3	0.94	113.23	23.34
76	901.9	0.62	168.12	34.65
77	746.8	0.83	132.10	27.22
78	1392.5	1.86	----	----
79	1198.2	0.86	126.95	26.16
80	1571.9	1.31	49.76	10.25
81	1402.8	0.89	121.81	25.10
Promedio:				26.52

Los ciclos 1976 y 1981, sirvieron de base para el cálculo, ya que fueron los originalmente analizados.

### 9.4.3 Producción por áreas.

La base metodológica del análisis se fundamenta en parte en la evaluación del stock presente de Alverson y Pereyra (1969), que es descrito por la relación siguiente:

$$Bw_{i,j} = \sum_{k=1}^n Cw_{i,j} / \sum_{k=1}^n (fw_{i,j})(q_{i,j}) \quad (9.22)$$

Donde (Bw) es la biomasa, (Cw) la captura total en kilogramos y (fw) el esfuerzo total, (q) el coeficiente de capturabilidad para la zona (i) y subzona (j), (k) es el número de lances de 1 a n.

La captura por unidad de esfuerzo, mediante el método de área barrida, estimado como un índice de abundancia relativa promedio se calculó de acuerdo a Ehrhardt (1982), para cada estrato como:

$$\overline{CPUEW}_{i,j} = \sum_{k=1}^n CPUEW_{i,j} / k \quad (9.23)$$

Donde ( $\overline{CPUEW}_{i,j}$ ) es la captura por unidad de esfuerzo estandar obtenida en la zona (i) subzona (j).

Paloheimo y Dickie (1964), describen la densidad del stock de acuerdo a la relación siguiente:

$$D_{i,j} = q_{i,j} (Cw_{i,j}/f_{i,j}) / A'_{i,j} \quad (9.24)$$

Donde ( $D_{i,j}$ ) es la densidad del stock presente en la zona (i) y subzona (j) expresado como kilogramos, (q) es el coeficiente de capturabilidad, ( $Cw_{i,j}$ ) es la captura en peso, ( $A'$ ) es el área barrida por el arte de pesca de arrastre en la zona (i) y subzona (j), en hectáreas. En caso de que el coeficiente de capturabilidad sea igual a 1 se tiene que:

$$D_{i,j} = (Cw_{i,j}/f_{i,j}) / A'_{i,j} \quad (9.25)$$

Por lo tanto se puede tener una estimación de biomasa del stock presente mediante la relación:

$$\overline{Bw}_{i,j} = (A'_{i,j}) (D_{i,j}) \quad (9.26)$$

La notación es similar a la antes mencionada. Integrando las ecuaciones (9.25) y (9.26) se tiene que:

$$\overline{Bw}_{i,j} = (A'_{i,j}/a'_{i,j}) (Cw_{i,j}/f_{i,j}) \quad (9.27)$$

Los estratos (ij) fueron definidos para el primer análisis como captura por unidad de esfuerzo (i = CPUE) y área (j = A); para el segundo como tipo de sedimento (i = Ts) y profundidad (j = Z).

Ambos métodos se basan en la misma información, que fue las capturas realizadas en la red de estaciones de la Laguna de Tres Palos durante el ciclo 1981, mediante una red de arrastre.

#### Biomasa por Área relativa:

El primer modelo de producción se realizó con base a la cobertura de área de las abundancias relativas de la especie, representadas en un mapa mediante las isopletas anuales.

Los datos iniciales se presentan en el cuadro a continuación:

Cuadro 9.17 Datos base del modelo de Área relativa.

Tiempo	11.00	Meses
Área	4872.27	Hectáreas
U. Área	0.0509	Hectáreas
Peso W'	23.44	Gramos

Se calculó el área relativa para cada uno de los intervalos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), estimando posteriormente la proporción correspondiente al área total de la laguna para obtener el área real de cada estrato, posteriormente se determinó el número de unidades de esfuerzo (Uf) para cada uno de los estratos, partiendo de este valor se estimó el número y la biomasa para cada uno de ellos, los resultados se presentan en el cuadro 9.18 a continuación.

Cuadro 9.18 Estimación de biomasa por Área relativa.

CPUE	A.Relat.	%A.Relat.	A.Real	U.f	No	Kg
3	522.0	03.84	187.08	3673.24	11020	258.30
5	2583.5	19.00	925.89	18179.73	90899	2130.66
10	4085.5	30.05	1464.19	28749.09	287491	6738.79
25	4109.5	30.23	1472.79	28917.98	722949	16945.93
50	1750.0	12.87	627.18	12314.50	615725	14432.60
100	334.0	2.46	119.70	2350.31	235031	5509.13
200	210.5	1.55	75.44	1481.26	296252	6944.14
Total	13595.0	100.00	4872.27	95666.11	2259367	52929.56

Los datos estimados corresponden a 11 meses de registros, por lo tanto extrapolando los datos a 12 meses se tiene los siguientes resultados: biomasa total estimada: 86,266.73 Kg., lo que da 17.71 Kg por hectárea al año. El número estimado fue de 3,680,321 individuos.

La limitación de este modelo es la interpolación de los valores con los que se realizó el mapa de isopletas, base del trabajo, el cual considera áreas como las del centro de la laguna, en las cuales normalmente no se capturaron organismos, pero mediante el método aparecen produciendo un sesgo en el análisis.

#### Biomasa por área sedimentológica:

El segundo análisis se realizó en función de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), presente en una doble estratificación dada por el tipo de sedimento (Ts) y la profundidad (Z).

Tomando los datos de la estimación de área, correspondiente para cada tipo de sedimento y para cada rango de profundidad (de 1 metro), del inciso 7.3 granulometría (cuadro 7.13), mediante el programa de computo Bio-Sedim (Guzmán 1985), se implementó el cuadro 9.19, donde se observa las áreas efectivas de captura para cada una de las combinaciones de tipo de sedimento y profundidad (cuadro 9.19a), la captura por unidad de esfuerzo (CPUEw<sub>z</sub>), (cuadro 9.19b) y la biomasa correspondiente a cada combinación de estratos (cuadro 9.19c), mediante un algoritmo que calcula el número de unidades de esfuerzo para cada estrato y luego calcula la biomasa correspondiente.

Los resultados encontrados indican que la especie ocupa 4,678.62 hectáreas de las 4,872.27, correspondiendo a un 96.19 % del total de la laguna, La biomasa estimada es de 100,444 Kg. anuales, correspondiendo a una producción de 21.47 Kg/Ha. El número de organismos estimado es de 2,869,835 individuos.

Este método aparentemente es más preciso que el anterior ya que considera el peso promedio de cada lance, a diferencia del anterior que utilizó el promedio anual, además el segundo método elimina las áreas en las que la especie no se encuentra.

#### 9.4.4. Biomasa máxima.

Tomando como base los resultados del inciso 8.5 (dinámica poblacional), tales como estructura en peso y talla, número estimado de reclutas al arte por hectárea, relación peso - longitud, parámetros de la curva de crecimiento y la tasa de mortalidad total, se realizó el modelo de producción de biomasa máxima. El cual relaciona el incremento en peso y longitud con el decremento de la población inicial debido a la mortalidad. Las constantes de crecimiento y mortalidad fueron estimadas conjuntamente para hembras y machos.

Inicialmente se tiene un número grande de individuos pero de poco peso y al final pocos individuos pero de mayor peso, por lo que el modelo toma una forma de domo, y es posible tener un momento en que determinado número de individuos presentan la mayor biomasa del ciclo. Los variables involucradas se presentan en el cuadro 9.20.

Cuadro 9.19 Estimación de Biomasa por el método de área sedimentológica.

U. area: .05093 (Ha),  $W^*(g) = 20.3$  p H/M : .47  
Ciclo = 11 meses

## A. Areas efectivas de captura (Hectareas).

Tipo/Prof.	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	Subtotal	(%)
1. A	315.98	364.98	235.52	92.18	0.00	0.00	1008.66	21.56
2. al	0.00	10.97	48.27	101.67	475.07	588.80	1224.78	26.18
3. la	108.98	370.84	463.00	748.99	591.73	141.17	2424.70	51.83
4. Ala	1.46	5.85	11.70	1.46	0.00	0.00	20.48	0.44
5. Aal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	426.42	752.64	758.50	944.30	1066.79	729.97	4678.62	100.00
100.00	9.11	16.09	16.21	20.18	22.80	15.60	0.02	= 1 %

## B. CPUE en (Kg) por tipo de sedimento y profundidad.

Tipo/Prof.	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	Subtotal	(%)
1. A	1.70	1.14	0.43	0.43	0.00	0.00	3.71	12.09
2. al	0.00	12.43	2.69	1.36	0.98	1.08	18.55	60.47
3. la	0.98	3.15	0.53	0.15	0.70	0.16	5.66	18.46
4. Ala	0.20	1.18	1.18	0.20	0.00	0.00	2.75	8.98
5. Aal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	2.88	17.90	4.83	2.14	1.68	1.24	30.67	100.00
100.00	9.39	58.37	15.76	6.96	5.48	4.04	3.26	= 1 %

## C. Biomasa en (Kg) por tipo de sedimento y profundidad.

Tipo/Prof.	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	Subtotal	(%)
1. A	10559.5	8162.53	2006.99	785.50	0.00	0.00	21514.5	23.37
2. al	0.00	2677.90	2553.06	2714.23	9150.59	12497.5	29593.3	32.14
3. la	2099.92	22959.9	4772.69	2147.10	8132.93	435.17	40547.8	44.04
4. Ala	5.63	135.69	271.37	5.63	0.00	0.00	418.32	0.45
5. Aal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	12665.1	33936.1	9604.12	5652.47	17283.5	12932.6	92073.9	100.00
100.00	13.76	36.86	10.43	6.14	18.77	14.05	.001086	= 1 %

Biomasa Total Estimada = 100444 Kg anual  
 Area Total de la sp. = 4678.62 Ha  
 Biomasa por area = 21.47 Kg/Ha anual  
 Numero de Individuos = 4947991  
 Hembras: 2325556 Machos: 2622435



**Cuadro 9.20 Biomasa máxima: variables utilizadas.**

Reclutas por Ha. (R)	186,000	No
Longitud infinito ( $L_{\infty}$ )	129.81	mm
Peso infinito ( $W_{\infty}$ )	14.17	g
Mortalidad media (M)	50.00	%
Constantes: K	-0.180	
$T_0$	0.001	
b	3.114	
a	3.72E-6	

Estimando la biomasa media para cada mes, se encontró con base a los resultados que el ciclo de vida de la especie es de 16-17 meses, este tiempo es el que tarda en extinguirse el último miembro de una generación. El peso máximo es de 12.2 g, la longitud máxima es de 123.72 mm. El peso promedio durante este tiempo es de 7.91 g. La biomasa máxima se registra en el cuarto mes con 21.68 Kg/Ha. Los resultados se presentan en el cuadro 9.21.

**Cuadro 9.21 Biomasa estimada para cada mes.**

Mes	No.	Peso	Talla	Biomasa
0	186000	0.00	0.03	0.00
1	93000	0.05	21.41	4.81
2	46500	0.34	39.26	15.91
3	23250	0.93	54.18	21.68
4	11625	1.78	66.64	20.65
5	5813	2.79	77.04	16.23
6	2906	3.89	85.74	11.32
7	1453	5.02	93.00	7.29
8	727	6.11	99.06	4.44
9	363	7.13	104.13	2.59
10	182	8.07	108.36	1.47
11	91	8.92	111.89	0.81
12	45	9.68	114.84	0.44
13	23	10.34	117.31	0.23
14	11	10.91	119.37	0.12
15	6	11.41	121.09	0.06
16	3	11.84	122.52	0.03
17	1	12.20	123.72	0.02

#### 9.4.5 Comparación de resultados.

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de las estimación obtenidas de producción de Kilogramos por Hectárea (Kg/Ha.), a partir de los diversos métodos. Se calculó el promedio total de los valores obtenidos, el promedio únicamente para los valores de 81 y el promedio entre este valor y el único obtenido en 76.

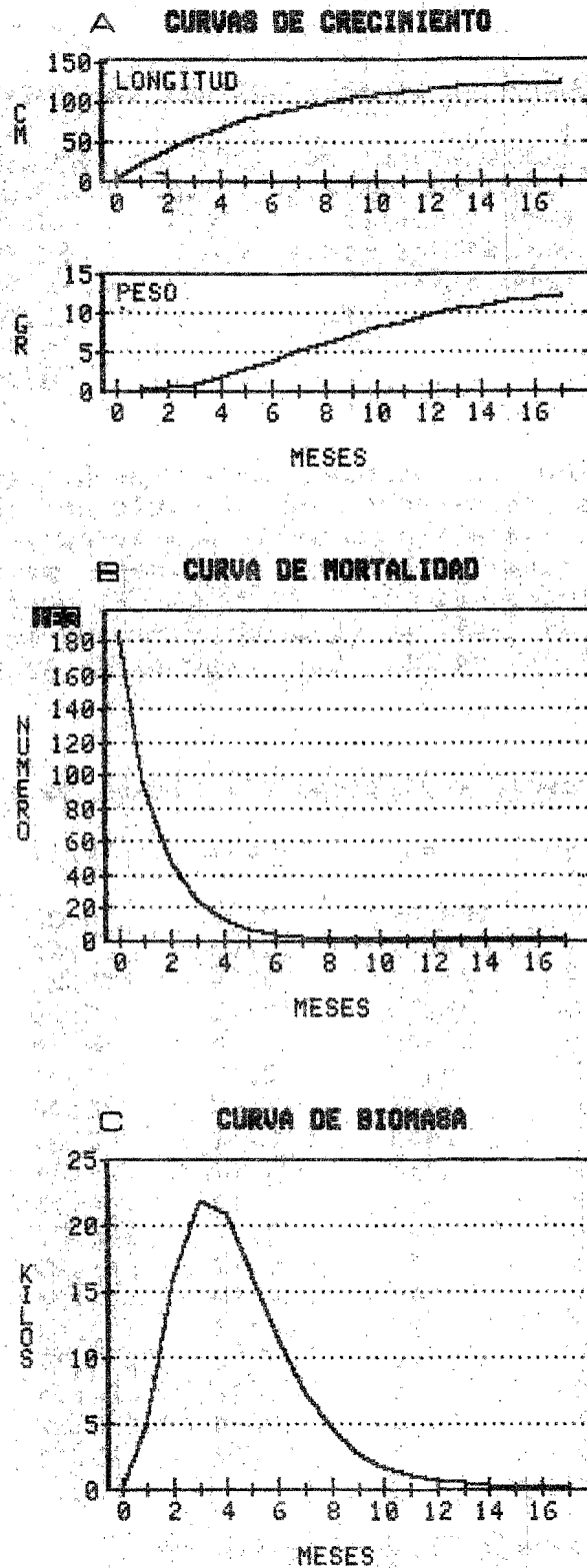


Fig. 9.8 Estimación de la biomasa máxima en el langostino *N. tenellus*.

- A Curva de crecimiento  
 B Curva de mortalidad mensual  
 C Curva de biomasa

**Cuadro 9.22 Comparación de resultados.**

Estimación:	Kg/Ha	Año
Captura comercial	34.65	1976
Captura comercial	25.10	1981
Area relativa	17.71	1981
Area sedimentaria	21.47	1981
Biomasa máxima	21.68	1981
Promedio total	24.12	
Promedio 1981	21.49	
Promedio 76/81	28.07	
Promedio 71-81	26.52	

El promedio total se estimó en 24.12 Kg/Ha, el promedio en 1981 es de 21.49 Kg/Ha y el promedio 76/81 es de 28.07 Kg/Ha, los valores son similares, pero de acuerdo a los resultados del inciso 9.4.1 (producción y precipitación), el ciclo 1976 fue especialmente productivo por la combinación de ciclos de lluvias; 1975 con lluvias abundantes y 1976 con lluvias escasas. El promedio para los años 71 a 81, de acuerdo al modelo antes mencionado fué de 26.52 Kg/Ha.

Es muy interesante observar la semejanza de los resultados particularmente los métodos del área sedimentológica y de biomasa máxima, cuyo análisis tuvo necesidad de una mayor complejidad. Para el primer caso el resultado fué de 21.47 Kg/Ha y para el segundo de 21.68 Kg/Ha. Esto determina la confiabilidad de los métodos empleados.

## 10 APROVECHAMIENTO

El objetivo del presente capítulo es dar una visión general de los aspectos pesqueros, tecnológicos y económicos, en función del aprovechamiento que se hace de los langostinos del género *Macrobrachium* y particularmente de *M. tenellus*.

El capítulo se ha desglosado en dos incisos, en relación al aprovechamiento que presenta el grupo *Macrobrachium*, una de ellas es el aprovechamiento via la pesca y la otra es via la acuicultura.

En el diagrama a continuación se presentan las alternativas de aprovechamiento así como las interacciones entre las mismas.

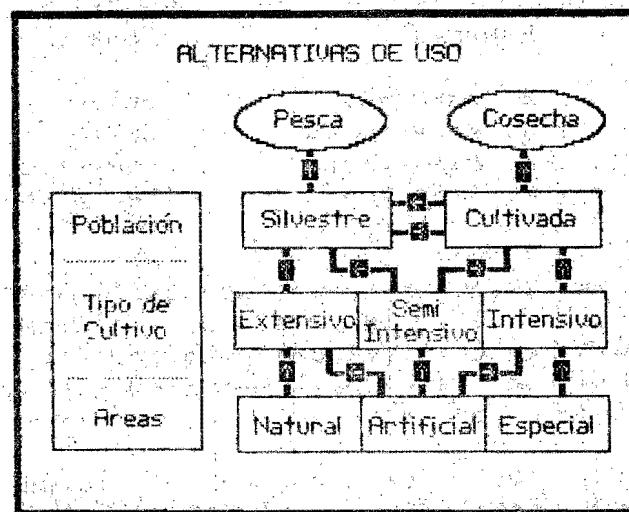


Fig. 10.1 Alternativas de aprovechamiento del langostino.

Se tienen dos formas básicas de aprovechamiento del grupo *Macrobrachium*, una es via la pesca y la otra es via la acuicultura (Cosecha), realizándose ambas formas tanto en áreas naturales (ríos, estuarios y lagunas costeras), como en áreas artificiales (presas, bordos y canales) y áreas especiales (estanques de cultivo).

Las poblaciones del langostino utilizadas en las diversas técnicas de cultivo pueden ser tanto silvestres o cultivadas, aún cuando estas últimas sus prácticas de cultivo no están totalmente establecidas para todas las especies. Los sistemas de cultivo pueden ser extensivos, semiintensivos e intensivos.

### 10.1 Via la pesca.

Se analiza la producción pesquera nacional de las diversas especies del grupo *Macrobrachium*: el volumen anual de captura en toneladas, las principales áreas de captura en el país, así como también un análisis climatológico de las zonas de captura.

#### 10.1.1 Producción nacional.

En el país se explotan fundamentalmente cuatro especies de *Macrobrachium* (cuadro 10.1), dos en los ríos y lagunas costeras del Golfo de México y dos en el Pacífico.

Cuadro 10.1 Especies explotadas en México.

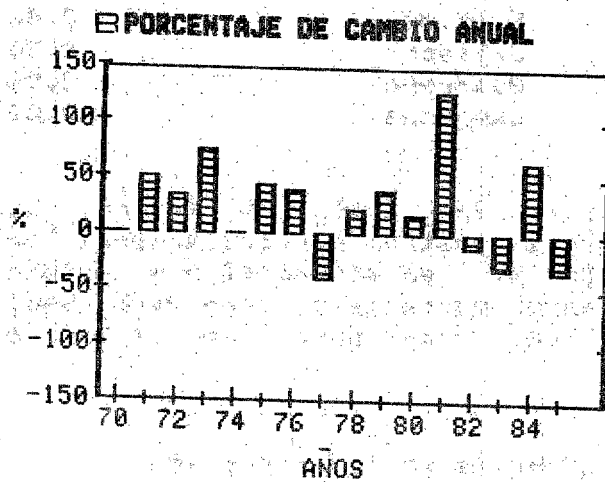
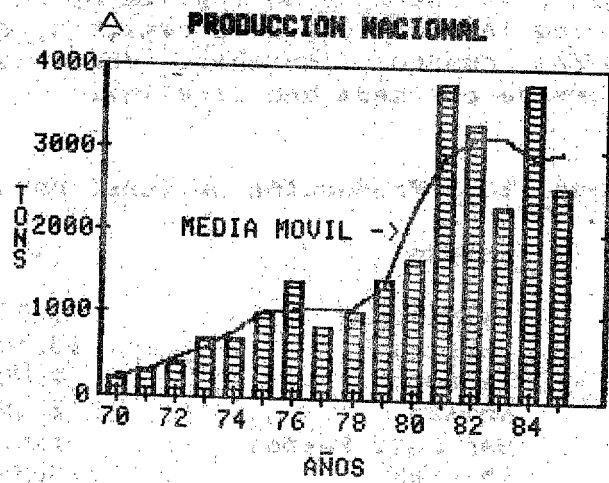
Especie	Zona
1 <i>M. carcinus</i>	Golfo
2 <i>M. acanthurus</i>	Golfo
3 <i>M. americanum</i>	Pacífico
4 <i>M. tenellum</i>	Pacífico

Otras especies de menor tamaño son utilizadas regionalmente, desconociéndose su aportación real al volumen de producción pesquera nacional. Las estadísticas pesqueras no distinguen a las especies que componen las capturas, sino que se reporta con un rubro general "langostino".

En el cuadro 10.2, se observa el comportamiento de la producción global en toneladas del año 1964 al año 1984, basado en parte en Guzmán (1978).

Cuadro 10.2 Producción nacional de langostino.

Año	Tons.	Año	Tons.
1964	400	1975	1002
1965	500	1976	1396
1966	500	1977	839
1967	600	1978	1026
1968	800	1979	1423
1969	600	1980	1670
1970	200	1981	3799
1971	300	1982	3328
1972	400	1983	2306
1973	700	1984	3783
1974	697	1985	2552



**Fig. 10.2 Producción nacional de langostino.**

**A Producción anual**  
**B % de cambio anual**

A partir de 1975 la producción rebasa las 1,000 toneladas anuales, llegando en los años 80's a las 3,700. Esta producción se ha reportado de 36 localidades de registro, que se encuentran en los estados del cuadro siguiente, donde se incluye el % de la producción aportada por cada uno de ellos.

**Cuadro 10.3 Producción nacional por estados.**

Estado	%
Tamaulipas	73.90
Veracruz	15.50
Tabasco	4.90
Colima	2.10
San Luis Potosí	1.00
Chiapas	0.80
Michoacán	0.50
Nayarit	0.50
Sinaloa	0.40
Jalisco	0.30
Guerrero	0.08
Campeche	0.02

Los estados del Golfo de México, son los principales productores de langostino particularmente Tamaulipas (73.90 %) y Veracruz (15.50 %), en el Pacífico el estado de Colima (2.10 %) registra el mayor porcentaje, pero esto resulta de concentrar la producción de una gran parte de la zona costera de Jalisco y Michoacán.

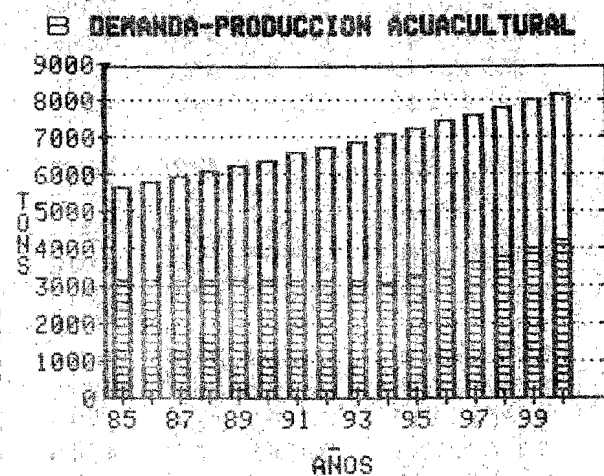
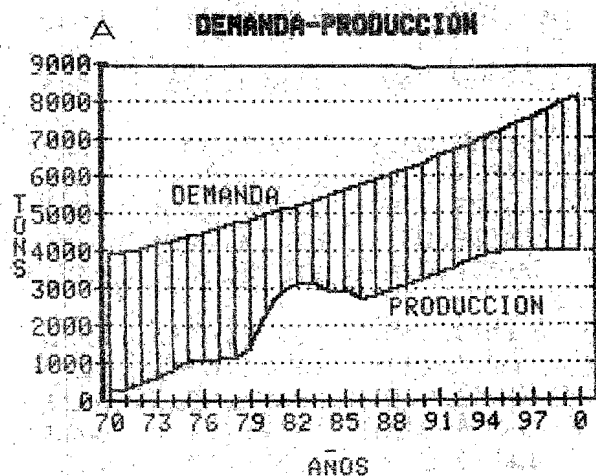
#### 10.1.2 Tendencias en la producción.

Se estimó el incremento de la población nacional con una tasa de crecimiento del 1.025 % anual, la población económicamente activa (PEA) en un 30 % de la población nacional, la demanda como el consumo de .250 Kg anuales de langostino de la PEA. Para el análisis de la tendencia de la producción nacional por pesca, se tomaron los valores reportados hasta 1985 (SePesca 1985). Se realizó un análisis de tendencias para el año 2000, tomando solamente los valores de los años 1980-1985, por ser los más constantes. Se considera que a partir de las 4,000 toneladas que se estima se alcancen en 1994, la producción vía pesca se detendrá por factores tales como el deterioro ambiental. En el cuadro 10.4 se presenta un modelo de estimación de la demanda potencial para México. En la figura 10.3 se presenta la tendencia de la producción, de la demanda y de la demanda menos la producción (demanda insatisfecha), lo cual se considera el potencial de mercado nacional, que para 1990 será del orden de las 3,144 toneladas y para el año 2000 de 4,194 toneladas. La diferencia de estos valores menos la producción pesquera determina la necesidad del recurso que debe ser proporcionada vía la acuicultura.

Cuadro 10.4 Proyección de la demanda de langostino en México.

Año	Población millones	P.E.A. millones	Prod. tons	Dem. tons	Dem-Ofer. tons
1970	52082.949	15624.885	200	3906	3706
1971	53385.022	16015.507	300	4004	3704
1972	54719.648	16415.894	400	4104	3704
1973	56087.639	16826.292	700	4207	3507
1974	57489.83	17246.949	697	4312	3615
1975	58927.076	17678.123	1002	4420	3418
1976	60400.253	18120.076	1396	4530	3134
1977	61910.259	18573.078	839	4643	3804
1978	63458.013	19037.405	1026	4759	3733
1979	65044.466	19513.34	1423	4878	3455
----> 1980	66670.577	20001.173	1670	5000	3330
1981	68337.342	20501.203	3799	5125	1326
1982	70045.775	21013.733	3328	5253	1925
1983	71796.92	21539.076	2306	5385	3079
1984	73591.843	22077.553	3783	5519	1736
----> 1985	75431.639	22629.492	2552	5657	3105
1986	77317.43	23195.229	2680	5799	3119
1987	79250.366	23775.11	2814	5944	3130
1988	81231.625	24369.487	2954	6092	3138
1989	83262.415	24978.725	3102	6245	3143
1990	85343.976	25603.193	3257	6401	3144
1991	87477.575	26243.273	3420	6561	3141
1992	89664.515	26899.334	3591	6725	3134
1993	91906.127	27571.838	3770	6893	3122
====> 1994	94203.781	28261.134	4000	7065	3065
1995	96558.875	28967.663	4000	7242	3242
1996	98972.847	29691.854	4000	7423	3423
1997	101447.17	30434.149	4000	7609	3609
1998	103983.35	31195.014	4000	7799	3799
1999	106582.93	31974.879	4000	7994	3994
2000	109247.51	32774.254	4000	8194	4194





**Fig. 10.3 Mercado nacional de langostino.**

- A Demanda y producción.
- B Necesidad de producción via la acuacultura.

## 10.1.3 Ecología de la producción.

Para cada una de las localidades de registro de captura de langostino, fueron tomados sus datos climatológicos dando los siguientes resultados:

Cuadro 10.5 Porcentaje de la producción por clima.

Clima	No.	%	% Prod.
Aw	20	56.0	94.1
Am	9	25.2	5.5
BS	5	14.0	0.3
(A)	2	5.6	0.1
Total	36		

Si se desea evaluar que tan eficientemente una localidad registra la producción en un determinado número de años, se utiliza un índice de frecuencia de producción (Ip), que de acuerdo a Guzmán (1978) está dado por:

$$I_p = F_o / F_e \quad (10.1)$$

Donde (Fo) es la frecuencia observada y (Fe) es la frecuencia esperada. La cual se obtiene de multiplicar el número de localidades por el número de años analizados. El índice puede expresarse porcentualmente al multiplicarse por 100.

Agrupando las localidades del período 1972-1977, por tipo de clima se obtuvo el cuadro siguiente:

Cuadro 10.6 Índice de producción por tipo de clima.

Clima	Frecuencia:		Ip
	Obv.	Esp.	
Aw	99	120	0.82
Am	40	54	0.74
(A)	3	6	0.50
BS	14	30	0.46
Total	156	210	

Se observa que en el clima Aw (Ip = 0.82) y en el Am (Ip = 0.74) donde el índice de producción es más constante.

Tomando los valores de las variables de las estaciones climatológicas de las zonas de registro y ponderandolos de acuerdo al peso de la producción, se tienen los valores siguientes:

Cuadro 10.7 Valores climatológicos ponderados.

Variable	Min.	Med.	Max.	D.e.
Alt.	2.0	24.5	494.0	-,-
Temp.	20.9	24.6	27.6	2.5
Prec.	430.0	1327.2	2240.0	367.4

De acuerdo a la producción la altitud (Alt.) más baja registrada fue de 2 m, la altitud media de 24.5 m y la altitud máxima de 494 metros. La temperatura (Temp.) más baja fue de 17.2 grados, la temperatura media de 24.6 grados y la más alta de 31.9 grados. La precipitación (Prec.) mínima fue de 430 mm, la precipitación media de 1327.2 mm y la precipitación máxima de 2,240 mm. Las zonas muy lluviosas son poco productivas. La desviación estandar de los datos analizados se presenta en la columna (D.e.).

#### 10.1.4 Artes y métodos de pesca.

La captura comercial de los langostinos del género *Macrobrachium*, incluido el langostino *M. tenellus* se encuentra en íntima relación a su habitat y a su comportamiento. En el presente inciso se presentan las artes de pesca y los métodos más usuales en la captura de estos organismos.

En forma general se puede dividir la captura en dos tipos:

##### A. Captura directa:

A.1 Captura manual. El organismo es colectado directamente con la mano, a pie o mediante buceo libre, removiendo las piedras o metiendo las manos en las cuevas del fondo.

A.2 Haces de ramas. Los organismos buscan refugios entre las ramificaciones donde son capturados, sacudiendolas sobre una red o en

A.3 Redes tipo cuchara. Tienen un diámetro aproximado de 50 cm, con una malla de 1 cm, para la captura de noche se utiliza una linterna de mano o cabeza.

A.4 Arpones o fisgas. El arpón funciona con una liga que lo dispara, la fisga es un carrizo o vara larga, ambos tienen puntas metálicas arponadas.

A.5 Atarraya. Es una red circular con un diámetro de 1.5 a 3.5 metros, con malla de .5 a 1.5 cm, en la relinga lleva plomos, puede llevar una bolsa adosada, es lanzada desde la orilla o desde una embarcación.

## B. Captura indirecta:

B.1 Nasas. De forma (Ovoides, cilíndricas rectangulares etc.), tamaño (de .5 a 1 m) y materiales diversos (bejuco, red, alambre etc.) presentan una armazón recubierta del material. Se le pone una carnada o cebo para atraer a la presa. Tiene una entrada (matadero), que impide luego la salida de los langostinos.

B.2 Aros. Son trampas abiertas, consisten en un aro metálico o de madera, con una red en forma de bolsa poco profunda. En el centro de la misma se ata la carnada, debe levantarse rápidamente para evitar que el langostino escape. Debe revisarse continuamente.

B.3 Trampa cónica o tapesco. Elaborados con tiras de madera, la boca con un diámetro de 1 m, y con un largo el cono de 1.5 a 2 m. Se colocan en las corrientes de los ríos pequeños, interceptando la corriente, auxiliado por diques de piedra. Los langostinos en su migración río abajo, quedan atrapados.

B.4 Tapos. Son trampas fijas de gran tamaño, construidas con madera o concreto, interceptan brazos de lagunas costeras o canales intermareales. Aprovechan los movimientos de las aguas ocasionados por las mareas, se colectan en trampas en forma de corazón, que se encuentran espaciadas a lo largo del tapo. La captura del langostino es eventual, ya que el tapo se destina principalmente para la captura de camarón.

## Efecto de las artes de pesca:

De las artes de pesca algunas de ellas son altamente destructivas para los langostinos, como aquellas en las que no se puede seleccionar previamente a los ejemplares tal es el caso de las fisgas y arpones, que además dañan directamente al animal, ocasionando su muerte inmediata y con esto los procesos de descomposición y el deterioro del producto.

El resto de las artes de pesca los capturan vivos y dependiendo de los tamaños de las mallas las redes pueden ser auto reglamentadas como las redes y las trampas, estableciendo adecuadamente los factores de selección de las mallas o enrejados (trampas), para permitir la salida de los ejemplares jóvenes.

Respecto a temporadas de veda en el caso del langostino *M. tenellus*, se presenta una veda natural, que consiste en que durante la época de lluvias, que es cuando la especie se reproduce, el esfuerzo de pesca disminuye considerablemente, por las condiciones climáticas, permitiendo la reproducción de la especie.

Es conveniente enseñar al pescador estas medidas de ordenación y regulación pesquera, que le permita un aprovechamiento racional y sostenido del recurso.

## 10.2 Via la acuicultura.

El cultivo comercial de los langostinos esta en un proceso franco de consolidación en México, aún cuando ya diversos autores (Boschii 1974; Kensler *et al.* 1975; Guzmán *et al.* 1977), mencionaban sus posibilidades y simultáneamente se realizaban los primeros cultivos experimentales (Arana 1978; Cabrera *et al.* 1979) con especies americanas (*M. americanum* y *M. acanthurus*).

### 10.2.1 Cultivo del grupo *Macrobrachius*.

A partir de las experiencias de Ling (1967) y Fujimura (1974) se ha extendido su cultivo hasta llegar a ser el langostino más cultivado, en la región intertropical. En los años 70's se inicia la tendencia a cultivar el langostino malayo en los Estados Unidos, desarrollandose los cultivos en los estados de Florida, Louisiana y Carolina del Sur, Texas, California y Hawaii.

Fue introducida en México en 1965, en el estado de Veracruz en las costas del Golfo de México y posteriormente en el pacifico en el estado de Guerrero. En la actualidad se encuentran granjas de cultiva en los estados de Baja California Norte, Sonora, Jalisco, Colima, Guerrero, Tamaulipas y Veracruz (figura 10.4), extendiendose rápidamente a otros estados donde ya se tienen proyectos como son Sinaloa, Michoacán, Morelos, Hidalgo, Tabasco y Quintana Roo.



Fig. 10.4 Zonas de cultivo de langostino en México.

### 10.2.2 Sistemas de cultivo.

A la fecha la tecnología del cultivo esta completamente desarrollada en México y es posible obtener el ciclo completo incluyendo la producción de poslarvas de esta especie en forma comercial. El grupo *Macrobrachium* es el grupo de especies que presenta el más alto valor comercial de todas las especies cultivadas en México, incluyendo al camarón.

El cultivo puede presentar varias alternativas en relación a las instalaciones (Figura 10.5) y a las formas vitales de las especies. Las larvas son básicamente cultivadas en tanques (Fibra de vidrio o concreto), se mantienen estabuladas en estanques (Concreto) y se siembran en estanques rústicos (Arcilla) o en canales de flujo rápido (Concreto) para su engorda, es posible realizar el cultivo extensivo en presas, bordos y canales.

Las instalaciones son generalmente ubicadas en tierra firme y es factible realizarlas en relación a las playas con instalaciones como jaulas o corrales (encierros) aún cuando no son muy recomendables, ya que esta tecnología para los langostinos no esta bien desarrollada.















Tipos:		Forma vital					
							
	Lagunas C.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Presas					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Canales					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bordos					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Estanques	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Tanques	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Corrales						
	Jaulas						<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 10.5 Alternativas de cultivo del langostino.

Los sistemas generales de cultivo son de varios tipos: extensivos, semiintensivos e intensivos. La diferencia fundamental entre los diversos sistemas mencionados, es el grado de manejo del ciclo vital de la especie, que va desde el manejo de una parte del ciclo, hasta el manejo del ciclo completo.

En el sistema extensivo únicamente se liberan crías o reproductores en áreas naturales o artificiales para que pueblen el cuerpo de agua en forma natural y posteriormente son aprovechados vía la pesca. Los sistemas semiintensivo e intensivo, aprovechan poblaciones naturales o cultivadas, en el primero el hombre depende básicamente de la productividad natural de los embalses, posteriormente cosecha. El cultivo intensivo se realiza en estanques, puede ser de ciclo completo, logrando la reproducción y obtención de crías en el sistema, debe tener un control estricto de la calidad del agua así como del suministro del alimento, este sistema es el más rentable aún cuando es el más costoso.

La densidad de carga de los estanques depende del sustrato (area), las necesidades alimenticias, son proteínas 29 %, carbohidratos 37 %, grasas 28 %, vitaminas 9 %, necesitando las larvas y juveniles una porción mayor de proteínas.

Considerando que el interés primordial es la engorda, solamente se requiere agua dulce para su implementación, las crías pueden ser adquiridas en cualquiera de las granjas productoras.

El cultivo de langostino se realiza primeramente produciendo las crías en instalaciones y con técnicas especiales, y posteriormente se lleva a cabo la engorda en estanques de agua dulce, (con no más de 3 % de salinidad), con una temperatura del agua óptima para el crecimiento de 22 °C, ya que los animales dejan de crecer a menos de 20 °C y mueren por debajo de los 15 °C. el pH debe fluctuar entre 6.5 y 8.0, la concentración de oxígeno disuelto no deberá ser menor a 4 ppm., un alto contenido de carbonatos es perjudicial para los organismos durante su crecimiento, los estanques de engorda son usualmente rusticos (de tierra), con una extensión de 0.5 a 2.0 has., se recomienda que sean alargados y en forma de canal, con una profundidad no mayor de 1.5 m y no menor de 0.9 m, con un gasto mínimo de agua de 2 a 3 lts/seg/ha, los bordos deben ser bien compactados y ser impermeable, la pendiente del borde debe tener la proporción de 3:1, y la del piso del estanque de 0.5 % para permitir el desague total del mismo. Después de llenarse se fertilizan con gallinaza a 300 kg/ha o fertilizante inorgánico 16-20-0 a 100 kg/ha. Se pueden obtener 1.5 cosechas por año, con producciones que pueden fluctuar de 1 a 2 tons/ha/ciclo.

En la actualidad se estima en 45 granjas tanto privadas como estatales, el número de establecimientos dedicados a esta actividad.

### 10.2.3 Evaluación acuacultural.

Las especies mexicanas fueron sometidas a un análisis denominado: Evaluación Acuacultural (Guzmán *et al.*, 1979) basado en características de la distribución, biología, ecología, etología e importancia económica, de la especie.

Estos cinco temas fueron desglosados en un total de 30 subtemas con cinco posibles respuestas a cada uno, constituyendo el temario que se presenta. Las respuestas de los subtemas tienen un valor mayor conforme representen una mayor posibilidad para el cultivo, o una característica económica deseable.

**Cuadro 10.8 Índice de la evaluación acuacultural.**

Tema	Subtema	Variable
Distribución:	Distribución	Rango
	Altitud	Rango
	Profundidad	Rango
	Ambiente	Variabilidad
	Hábitat	Variabilidad
Biología:	Edad madurez sexual	Tiempo
	Reproducción	Tipo
	Temporada	Amplitud
	Temporada	Número
	Estadlos larvales	Número
	Desarrollo larval	Tiempo
	Crecimiento	Edad/talla
	Crecimiento	Meses/cm
	Alimento	Variabilidad
	Tamaño	Máximo
Supervivencia	Porcentaje	
Ecología:	Nivel trófico	
	Ciclo de vida	Variabilidad
	Larvas	Variabilidad
	Jóvenes	Variabilidad
	Adultos	Variabilidad
Etología:	Conducta	Agresividad
	Reproducción	Complejidad
	Cuidados paternos	Complejidad
	Patología	Vulnerabilidad
	Migraciones	Necesidad
Importancia:	Edad comercial	Tiempo
	Aprovechamiento	Nivel
	Valor (Kg)	Precio
	Mercado	Tipo
	Demanda	Grado

Una vez concluida las respuestas para cada uno de los 30 subtemas se procedió, de acuerdo al mecanismo de valoración, a otorgarle un coeficiente el cual permite finalmente determinar su grado de potencialidad. Se utilizó para ello el programa de computo AQUA EVA (Guzmán, 1984).



El grado de valoración para las características que presenta cada especie va de 1 a 5; a la información se ha dado una jerarquía, considerando que tiene una tendencia hacia condiciones probables de cultivo, esto es que las características que presentan las especies en su medio natural son indicadoras de su potencialidad de cultivo. Las características son 30. Existe un nivel de características óptimas o teóricas cuyo valor es de 150 (30 x 5). La suma de la puntuación de los valores por cada especie son los valores observados.

La relación entre los valores observados (O) y los esperados (E) da un valor relativo, como coeficiente ( $C_{oe}$ ), el cual se transforma en porcentaje si se multiplica por 100.

$$C_{oe} = (O / E) * (100) \quad (10.2)$$

Con estos dos valores localizamos en una tabla con rangos la potencialidad de la especie para su cultivo.

Cuadro 10.9 Escala del potencialidad acuacultural.

Porcentual	Coeficiente	Nivel
00.0 - 20.0	0.000 - 0.200	Nulo
20.1 - 40.0	0.201 - 0.400	Bajo
40.1 - 60.0	0.401 - 0.600	Medio
60.1 - 80.0	0.601 - 0.800	Alto
80.1 - 100.0	0.801 - 1.000	Muy alto

Los valores encontrados para las 4 especies mexicanas de importancia económica fueron:

Cuadro 10.10 Nivel de potencialidad acuacultural.

Especie	N. común	Coef.	Nivel
1 <i>M. acanthurus</i>	Acamaya	0.72	Alta
2 <i>M. americanus</i>	Langostino	0.48	Media
3 <i>M. carcinus</i>	Cauque	0.43	Media
4 <i>M. tenellus</i>	Chacal	0.71	Alta

De acuerdo a los resultados las especies pequeñas de tipo estuarino (*M. acanthurus* y *M. tenellus*), presentan una mayor potencialidad de cultivo respecto a las especies grandes de tipo ripario (*M. americanus* y *M. carcinus*), fundamentalmente por su capacidad de adaptación al ambiente y sus características gregarias (muy apreciadas en acuicultura) de las primeras especies, la desventaja es su tamaño menor y por lo tanto su menor precio en el mercado, lo cual puede ser compensado por un mayor volumen de producción. Los requerimientos ambientales para el desarrollo larval son similares para todas las especies.

La acamaya (*M. acanthurus* y *M. tanellum*) y el Chacal han sido objeto de prácticas de cultivo extensivo y experimental (Cabrera M. 1976; Cabrera M. et al. 1976; Sánchez 1975). Se ha logrado su reproducción y desarrollo larval en acuarios (Choudury 1970 y 1971b; Cabrera et al. 1979), ha sido trasplantados con éxito a granjas en los estados de Hidalgo (Arredondo com. pers.), Morelos (Salazar com. pers.) y en Guerrero en la presa Vicente Guerrero (Villalobos et al. 1982). Se ha logrado la reproducción del langostino de río del Pacífico (*M. americanus*), en cautiverio así como el desarrollo de sus estadios larvales (Árana 1974 y 1978), ha demostrado ser una especie apta para prácticas de acuicultura extensiva en la presa la Villita Mich. - Gro. (Guzmán y Kensler 1977), donde se realizaron siembras con éxito. El Cauque (*M. carcinus*) ha sido cultivado y se ha logrado su desarrollo larval en laboratorio, bajo diversas condiciones ambientales (Choudury 1971a).

#### 10.2.4 Modelo bioeconómico.

Se desarrollaron dos modelos bioeconómicos (cuadros 10.11 y 10.12) para dos tipos de cultivo: Producción de poslarvas (30 millones anuales) y engorda (50 toneladas anuales). Los resultados se analizan conjuntamente con la aplicación o no de créditos financieros (crédito de avío y crédito refaccionario). Se utilizaron los precios estimados y las tasas de interés vigentes para el cuarto trimestre de 1986 (1986-4).

De acuerdo a los resultados de los modelos bioeconómicos es mucho más rentable la granja productora de poslarvas con una ganancia de \$203.238 millones, aún cuando presenta mayores costos de producción del orden de \$96.762 millones, que la granja de engorda de langostino con una ganancia de \$166.248 millones y con \$83.752 millones de costos de producción.

Los créditos consumen un alto porcentaje de las ganancias, llegando a hacer incosteable la inversión en algunos casos, como lo es la granja de engorda, cuya ganancia aplicando ambos créditos, resultando con un saldo negativo de (\$38.428 millones).

**Cuadro 10.11 Modelo bioeconómico, granja de larvas.**  
(miles de pesos)

Período: 1986-4 Pl's mil 30000 Tinajas: 10  
Producción Pl's/tina miles: 375 Ciclos: 8

Concepto	Unidades		\$/Un.	Inicial	Anual	(%)
<b>Costos de capital:</b>				\$	119831	
Proyecto	1		5931	5931		4.95
Terreno Ha	8		2000	16000	800	13.35
Laboratorio m2	750	1	18750	18750	1875	15.65
Tinajas Pl's m3	10	10	330	3300	700	2.92
Tinajas arten. m3	1	5	90	450	90	0.38
Biofiltros m3	2	10	120	1200	240	1.00
Estanq. repr. Ha	.5	4	2000	8000	800	6.68
Estanq. juve. Ha	.2	10	2000	20000	2000	16.69
Equipo-material		1	24000	24000	4800	20.03
Bodega-oficina	100	1	10000	10000	667	8.35
Casa-habitación	150	1	12000	12000	600	10.01
<b>Costos de operación.</b>						(%)
<b>Costos fijos:</b>				\$	34982	19.86
<b>Depreciación:</b>				\$	11972	
				Unidad	al Mes	Meses
<b>Sueldos:</b>				\$	23010	
Jefe de granja:	1		250	13	3250	
Administrador:	1		200	13	2600	
Técnicos:	2		200	13	5200	
Piscicultores:	6		120	13	9360	
Vigilantes:	2		100	13	2600	
<b>Costos variables:</b>				\$	61780	35.08
				Unidad	\$/Un.	
Reproductores:	100		5		500	
Postlarvas (miles):	150		10		1500	
Alimento Pl's tons. :	8		6400		51200	
Alimento reprod. tons. :	6		100		600	
Otros:	1		7980		7980	
<b>Costos de producción:</b>				\$	96782	(%)
<b>Credito de Avío anual:</b>				82.00 %	\$ 79345	45.05
<b>Cuota refaccionaria anual:</b>				82.00 %	\$ 110000	
<b>Costo por Pl's con Avío:</b>				\$	5.87	
<b>sin Avío:</b>				\$	3.23	
<b>Costos de producción sin Avío:</b>				\$	176106	
<b>Valor de la producción:</b>						
No (miles) Pl's:	30000	\$/Un.	10.00	\$	300000	
<b>Costo-producción/Precio venta: %</b>				58.70		
<b>Ganancia neta:</b>				\$	203238	
<b>Sin Avío-sin cuota</b>				\$	123894	
<b>Con Avío-sin cuota</b>				\$	93238	
<b>Sin Avío-con cuota</b>				\$	13894	
<b>Con Avío-con cuota</b>				\$		

**Cuadro 10.12 Modelo bioeconómico, granja de engorda.  
(miles de pesos)**

Período: 1986-4		Tons: 50	Has. : 25
Producción toneladas/Ha:		2	
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>\$/Un.</b>	<b>Inicial Anual (%)</b>
<b>Costos de Capital:</b>			<b>* 151800</b>
Proyecto	1	3800	3800 2.50
Terreno Ha	32	2000	64000 3200 42.16
Estanques: Ha	.5	25 2000	50000 5000 32.94
Equipo-material	1	12000	12000 2400 7.91
Bodega oficina	100	1 10000	10000 667 6.59
Casa habitación	150	1 12000	12000 800 7.91
<b>Costos de operación.</b>			<b>(%)</b>
<b>Costos fijos:</b>			<b>* 23377 15.34</b>
<b>Depreciación:</b>			<b>* 12067</b>
<b>Sueldos:</b>		<b>Unidad al Mes</b>	<b>Meses Anual</b>
			<b>* 11310</b>
Jefe de granja:	1	250	13 3250
Administrador:	1	200	13 2600
Técnicos:	1	200	13 2600
Piscicultores:	3	120	13 1560
Vigilantes:	1	100	13 1300
<b>Costos variables:</b>			<b>* 60375 39.61</b>
		<b>Unidad \$/U</b>	<b>=====</b>
Reproductores:	0	2	0
Postlarvas (miles)	3750	10	37500
Alimento F.C.=	3.00	150	100 15000
Otros:	1	7875	7875
<b>Costos de producción:</b>			<b>* 83752 (%)</b>
<b>Credito de Avío anual:</b>		<b>82.00 %</b>	<b>* 68676 45.05</b>
<b>Cuota refaccionaria anual:</b>		<b>82.00 %</b>	<b>* 136000</b>
<b>Costo por kilo con Avío:</b>		<b>\$ 3048.56</b>	
<b>sin Avío:</b>		<b>\$ 1675.03</b>	
<b>Costos de producción con avío:</b>			<b>* 152428</b>
<b>Valor de la producción:</b>			
<b>Toneladas:</b>		<b>50.00 \$/Un. : 5000.00</b>	<b>* 250000</b>
<b>Costo- producción/Precio venta:</b>		<b>60.97</b>	<b>=====</b>
<b>Ganancia neta: Sin Avío-sin cuota</b>			<b>* 166248</b>
<b>Con Avío-sin cuota</b>			<b>* 97572</b>
<b>Sin Avío-con cuota</b>			<b>* 30248</b>
<b>Con Avío-con cuota</b>			<b>* -38428</b>

## 11 CONCLUSIONES

### 11.1 Aspectos ambientales.

El área de estudio se encuentra en la provincia geológica denominada Sierra Madre del Sur. Comprende la Depresión del Balsas y la Llanura Costera, que se divide en dos regiones la Costa Grande en el Noroeste y la Costa Chica en el Sureste del Estado de Guerrero.

Los tipos de clima en la zona son: en la región del Balsas (A)C(w<sub>z</sub>), semicálido subhúmedo, con una temperatura media entre 20 y 22 grados y una precipitación de 1,200 mm anuales; en la llanura costera predominan dos tipos, el Aw<sub>z</sub>(w), cálido subhúmedo, con una temperatura media de 24 a 28 grados y una precipitación de 1,000 mm anuales, el tipo Aw<sub>1</sub>(w), cálido subhúmedo, con una temperatura media de 24 a 26 grados y una precipitación de 1,200 mm anuales.

Los tipos de suelos asociados a las lagunas y cuerpos de agua son: Entisol psammaquents, de textura arenosa, con manto freático superficial, se les encuentra en dunas y playas; Entisol fluvents, formados por estratificaciones periódicas de aluvión, se les encuentra en las llanuras de inundación, deltas y a lo largo de los cursos de los ríos.

De acuerdo a su origen las lagunas estudiadas se clasifican como: tipo de lagos formados por barras a través de bahías (Hutchinson 1975) y tipo de barra interna de la plataforma continental, como depresiones que han inundado los márgenes internos y protegidos del océano por barras de arena (Lankford 1977).

En relación a sus variables morfométricas, las Lagunas de Tres Palos y Chautengo presentan una mayor semejanza entre sí que las lagunas de Mitla y Coyuca, particularmente por la variable bidimensional que es el área.

Las lagunas en general presentan los siguientes rasgos: playas, afloramientos rocosos, llanuras de sedimentación, deltas internos, ríos y arroyos, canales intermareales, vegetación acuática y manglares.

Los sedimentos superficiales predominantes en las lagunas de Mitla, Coyuca, Tres Palos y Chautengo son: arena, arena limosa, limo arenoso, arcilla limosa, limo arcilloso, arena limo arcilloso. Siendo el limo arcilloso el sedimento dominante.

En la Laguna de Tres Palos el limo arcilloso cubre 2,424.70 Ha. (51.83 %), la arcilla limosa cubre 1,224.78 Ha. (26.18 %), y la arena cubre 1,008.66 Ha. (21.56 %), el resto lo cubren otros tipos de sedimento.

En relación a variables ambientales, la mayor variación en la salinidad, la presentó la Laguna de Chautengo con un mínimo de 0.08 o/oo y un máximo de 41.46 o/oo. En el resto de las lagunas fluctuó de 0.51 o/oo a 12.40 o/oo. La temperatura varió de 24.2° C (Coyuca) a 38.7° C (Mitla). El oxígeno de 0.0 ml/l (Mitla y Coyuca) a 12.56 ml/l (Chautengo).

De acuerdo a los análisis de asociación entre las variables morfométricas, hidroclimáticas y físico químicas, las lagunas de Mitla, Coyuca y Tres Palos se agrupan entre sí, manteniéndose aparte la Laguna de Chautengo. Indicando con esto que tanto en su forma como en sus ciclos hidrológicos mantienen patrones similares entre las tres primeras (Limnéticas) y diferenciales con la última (Estuarina).

En la Laguna de Tres palos la mayor insolación se presenta en junio con 12.58 h/d y la menor en diciembre con 11.05 h/d. La temperatura ambiente fluctuó de 26.0° C en abril y la máxima con 34.5° C en junio. El nivel del agua varió de la cota de -0.50 m a la de 2.00 m a lo largo de los ciclos 80-81. La temperatura del agua mínima fué de 24.75° C en diciembre y la máxima de 34.40° C en junio. La salinidad mínima fué de 2.14 o/oo en noviembre y la máxima de 4.75 o/oo en junio. El oxígeno disuelto varió de 0.10 ml/l en mayo a 10.61 ml/l en abril. La transparencia del agua fué de 15.1 cm en mayo y 55.4 cm en septiembre.

Las variables ambientales en la Laguna de Tres Palos de acuerdo al análisis de asociación, presentan una correlación media y negativa: El nivel del agua y la salinidad (-0.90), la insolación y la turbidez (-0.65), la precipitación y el oxígeno (-0.62), una correlación baja y positiva la presentan la temperatura y la profundidad (0.38). Los diversos grupos no presentan entre sí correlación.

Con un criterio florístico se le considera dentro del Reino Neotropical, Región Caribeña, Provincia de la Costa Pacífica (Rzedowski 1978). Las principales comunidades vegetales en la zona son: selva baja caducifolia, sabana, riparia, acuática, halófila, de dunas y manglar.

Desde el punto de vista faunístico la región corresponde a la Región neotropical, Subregión mexicana y Provincia Balsas Inferior (Smith 1941). se reportan para la zona 12 familias de mamíferos (excluyendo a murciélagos y roedores), 36 de aves, 17 de reptiles, 4 de anfibios y 35 de peces.

Las lagunas presentan una determinada asociación de acuerdo a su composición faunística. Las lagunas de Mitla, Coyuca y Tres Palos se asocian con un coeficiente de similitud respecto a su composición de peces de 0.7, en crustáceos y moluscos de 0.8, Chautengo se asocia con las anteriores lagunas a un coeficiente de 4.0 a 6.0, respectivamente, quedando de manifiesto las condiciones limnéticas de las tres primeras y las condiciones estuarinas de la última.

## 11.2 Aspectos biológicos.

La especie fué identificada como *Macrobrachium tenellum* Smith 1871. conocido en el Área como langostino o chacal.

El género *Macrobrachium* tiene una distribución mundial intertropical en el planeta, delimitada por la isoterma de los 18° C en el verano. El langostino *M. tenellum* se distribuye en la costa pacífica de América, desde la porción media y oriental de la península de Baja California, Rio Mulege (27 grados de Latitud Norte) y desde la Laguna de Yavaros, Sonora (26.45 grados de Latitud Norte) en México, hasta el Rio Chira, en el Norte de Perú (5 grados de Latitud Sur).

El comportamiento de los patrones de distribución y abundancia del langostino *M. tenellum* en la Laguna de Tres Palos, es diferencial en tiempo y espacio. Al inicio del año el patrón de distribución se presenta como un desplazamiento en el sentido de las manecillas del reloj, iniciandose en la porción Sur Sureste de la laguna. A partir del segundo trimestre la abundancia y la distribución tienden a homogenizarse, al final del año y al igual que la abundancia disminuye. La mayor abundancia se encuentran en los meses de mayo a julio, coincidiendo con la mayor distribución de la especie laguna, la mayor concentración de organismos se encuentra en la porción norte de la laguna en el estrato de la zona rocosa profunda con sedimentos areno-limosos.

Los requerimientos ambientales en relación a la biomasa de las diferentes formas vitales son diferentes, los jóvenes requieren profundidades menores, temperaturas más bajas, salinidad y oxígeno más alto y turbidez menor. Para hembras y machos son diferentes: la profundidad y temperatura son menores en hembras que en machos, en cambio el oxígeno, la salinidad y la turbidez son mayores. La biomasa de todas las formas vitales se asocia alta y positivamente con la insolación, la precipitación y la temperatura, mantienen una asociación baja y positiva con la salinidad y una asociación alta y negativa con la profundidad, el oxígeno y la turbidez.

Los ciclos de abundancia del langostino *M. tenellum* en la Laguna de Tres Palos, mantienen un patrón de similitud con el de la lisa *Mugil curema*, es inversamente proporcional con el del camarón blanco *Penaeus vannamei*, con el cual se encuentra asociado en una forma alta y negativa, con la mojarra charra *Cichlasoma trimaculatus* y con la tilapia *Oreochromis aureus*, los ciclos se traslapan en parte.

El langostino *M. tenellum* habita en mayor o menor grado en ambientes limnéticos (Rios) con otros miembros del género *Macrobrachium* como *M. digueti* (Rio Coyuca), *M. acanthochirus* (Rio Coyuca), *M. americanum* (Rios Balsas, La Unión y Coyuca) y *M. occidentale* (Rio Coyuca). En ambientes estuarinos (Lagunas de Coyuca y Tres Palos) solo se le ha encontrado con *M. digueti*

El parásito isópodo *Protophyrus pandalicola* fué encontrando parasitando las branquias del langostino *M. tenuis* en cuatro áreas: Estuario del Rio Balsas, Lagunas de Coyoaca, Tres Palos y Chautengo, en junio presenta la mayor frecuencia de aparición. La talla media del hospedero fué de 45.0 mm, parasita por igual a hembras y a machos y se le encuentra por igual en la parte derecha o izquierda de la branquias.

La especie *M. tenuis* presenta un marcado dimorfismo sexual que de acuerdo a los resultados del análisis biométrico las variables que caracterizan a las hembras son: Longitud dorsal y ventral del rostro, longitud lateral del cefalotórax, longitud del carpopodito II, longitud del urópodo III, altura del cefalotórax - saco hepático, ancho de la pleura del segmento abdominal II. En los machos fueron longitud del telson, longitud del cefalotórax sin el rostro, longitud del propodito II, longitud del meropodito II, longitud del isquiópodo, perímetro del urópodo, altura del cefalotórax, distancia espino antenal - espino hepática, distancia surco hepático - dorso del cefalotórax, longitud dorsal de los segmentos V y VI, altura del segmento abdominal V y VI y la longitud total del pereópodo II.

La madurez sexual la alcanzan las hembras del langostino *M. tenuis* desde los 30 mm de longitud total. El proceso de madurez es tipificado por una escala de 4 grados: Juveniles, preovigeras, ovigeras y posovigeras. La proporción sexual en general es menor para las hembras. Comparando la proporción sexual en número y en peso, no difieren significativamente de 1:1 para el ciclo 1981 de la laguna de Tres Palos.

La fecundidad en el langostino *M. tenuis* puede ser definida en forma confiable por un modelo curvilíneo de forma cuadrática. El número de huevecillos varió de 2,268 (hembra de 68 mm de longitud total) a 11,102 (hembra de 97 mm de longitud total), la relación peso - número de huevecillos, fluctúa con la fecha y con el estadio de desarrollo del huevecillo. El desarrollo embrionario dura 16.5 días en promedio y el desarrollo larval 24 días en promedio, con 12 estadios larvales. Las hembras pueden desovar varias veces al año.

Las larvas durante su desarrollo temprano (Primeros estadios) prefieren aguas estuarinas (Mayor salinidad, menor turbidez, temperatura más baja), en etapas más avanzadas (Prebentónicas) prefieren aguas con condiciones limnéticas (menor salinidad y oxígeno, temperatura y turbidez más altas).

En las Lagunas de Mitla, Coyoaca y Tres Palos el ciclo de reproducción mantiene un mismo patrón, encontrándose que la época de reproducción masiva es de septiembre a noviembre, altamente relacionado con el ciclo de lluvias, no se encontraron diferencias significativas entre los ciclos de diversas lagunas (Mitla y Coyoaca) ni entre dos años consecutivos (Tres Palos 80-81). El mayor número de hembras ovigeras en la Laguna de Tres Palos se encontró en la parte Sur Sureste en la boca del canal intermareal.



La estructura de longitud para las diferentes formas vitales tiene un comportamiento diferencial tanto en el rango de longitudes como en el número de individuos a lo largo del ciclo 81, en la laguna de Tres Palos. Las menores tallas corresponden a los jóvenes, seguidos de las hembras y luego los machos, el rango es mayor en las hembras, seguido de machos y de jóvenes. El mayor número lo presentan los machos seguidos de las hembras y finalmente los jóvenes, esta estructura esta dada por el factor de selección del arte de pesca. La longitud del 50 % coincide en los dos sexos y es de 69.0 mm.

En la Laguna de Tres Palos para el langostino *M. tenellum* el reclutamiento al área (postlarvas), por unidad de área estimado es de 59.5 organismos por metro cuadrado, para el total de la laguna es de 706,350,427 organismos. El reclutamiento al arte (juveniles), por unidad de área es de 18.6 organismos por metro cuadrado, para el total de la laguna es de 220,907,387 organismos. El área estimada de la laguna se considero como 11,881,473 metros cuadrados, correspondientes al área comprendida entre 0 y 2 metros de profundidad.

La relación peso longitud para hembras y machos respectivamente fué:

$$W = 0.752E-5 L^{3.023}$$

$$W = 0.349E-5 L^{3.206}$$

Para las generaciones más representativas de hembras (III) y machos (V) se estimó las constantes de crecimiento que son respectivamente:

$$L_{\infty} = 118.850 \text{ mm y } 138.870 \text{ mm.}$$

$$K = 0.209 \text{ y } 0.195$$

$$T_0 = -1.336 \text{ y } 0.910$$

El punto de inflexión de las curvas de crecimiento para las generaciones antes mencionadas, fué en las hembras alcanzado a los 5 meses de edad y en los machos lo fué a los 6 meses. El factor de condición (K) para las mismas generaciones, en las hembras varió de 0.812 a 0.838 y en los machos de 0.614 a 0.974, siendo en estos últimos más variable.

La mortalidad total fué para juveniles de 0.661 y 0.644, para hembras de 0.353 y 0.619, para machos de 0.361 y 0.456 por los métodos del cociente (N1/No) y exponencial respectivamente. La mortalidad natural por el método de la relación (Z/f) fue de 0.499 para los jóvenes, de 0.467 para las hembras y de 0.336 para los machos. De acuerdo al método de Rikther y Efanov fueron para los jóvenes de 0.535, para las hembras de 0.406 y para los machos de 0.364.

### 11.3 Aspectos pesqueros.

El factor promedio de selectividad del chinchorro de malla 10 mm, fue de 7.42 y la longitud media del 50 % para el langostino *M. tenellus* fue de 74.2 mm. En la red de arrastre de malla 10 mm, el factor de selección promedio fue 3.63 y la longitud media del 50 % de 58.3 mm. La diferencia se debe a que ambas redes operan en profundidades diferentes.

En 1976 la captura comercial de 4 unidades pesqueras produjeron 304,069 organismos, con un peso de 4.757 Kg (peso promedio 13.4 g), en 1981 produjeron 135,276 organismos con 2,752 Kg (peso promedio 20.3 g). En 1976 se emplearon 13.4 viajes a la semana con una duración de 70.09 horas totales. En 1981 se emplearon 14.6 viajes a la semana con una duración de 77.30 horas totales. El esfuerzo pesquero se estimó como promedio semanal del número o peso de ejemplares capturados por viaje, día y hora. La captura por unidad de esfuerzo en 1976 fue de 2,935.3 organismos y en 1981 de 1,631.2 organismos.

Los modelos de producción dieron diversos resultados: el modelo de Área relativa fue el más bajo con 17.71 Kg/Ha. Con el modelo de Área sedimentológica se estimó en 21.47 Kg/Ha. Para el de biomasa máxima se obtuvo 21.68 Kg/Ha. Para el de captura comercial en 1976 se estimó en 34.65 Kg/Ha y para 1981 se estimó en 25.10 Kg/Ha. El promedio general fue de 24.12 Kg/Ha.

### 11.4 Alternativas de aprovechamiento.

Las diversas especies que se explotan en México del género *Macrobrachium* alcanzaron una producción de 3,783 toneladas en el año 1984. Para el año 2,000 se estima en unas 8,194 toneladas la demanda nacional. El 94.1 % de la producción nacional se obtiene en zonas con clima Aw. La altitud de las áreas de explotación va de 2.0 m a 494 m. La temperatura de 20.9° C a 27.6° C y la precipitación anual de 430 mm a 2,240 mm.

El langostino *M. tenellus* tiene un alto aprovechamiento vía la pesca tanto nacional como en el área de estudio. Los artes y métodos utilizados, así como la época de mayor pesca no ponen en riesgo a la especie, aún cuando es ampliamente explotada no tiene riesgos de sobreexplotación, ya que el esfuerzo de captura se reduce en la época de lluvias, originando una veda natural, al coincidir con ella la época de reproducción de la especie.

La acuicultura del género *Macrobrachium* ha tenido un alto desarrollo, particularmente por el cultivo del langostino malayo *M. rosenbergii*, en sistemas de cultivo intensivo. La tecnología de cultivo del langostino *M. tenellus*, es incipiente, aún cuando el potencial de la especie es alto, dadas sus características biológicas y sus requerimientos ambientales. Desde un punto de vista económico es más rentable una granja productora de poslarvas que una granja de engorda, aún cuando la inversión es más elevada en la primera.

## 12 RECOMENDACIONES

Las investigaciones de la biología básica del langostino *Macrobrachium tenellum* deben ser apoyadas por experiencias de laboratorio en condiciones controladas, particularmente en acuarios o estanques pequeños, aspectos detallados de su reproducción, como la conducta reproductora, la proporción sexual, el papel de la muda en la reproducción, la edad de madurez, son de especial interés.

Aspectos ecológicos como son los límites de tolerancia a los diferentes parámetros ambientales, particularmente la temperatura, la salinidad, el oxígeno, etc., son de gran importancia para complementar las observaciones de campo, esta investigación requiere de un estudio experimental detallado.

El completar el cuadro parasitológico de la especie, así como el estudio de los ciclos de los parásitos conocidos en condiciones de laboratorio y de campo, son necesarios ya que la especie es potencialmente adecuada para prácticas de acuicultura.

Aspectos no menos importantes, pero de un carácter secundario es la investigación a fondo de la morfología de la especie, particularmente su variación geográfica latitudinal y de acuerdo a los diversos ambientes donde vive. La morfología debe estudiarse desde un punto de vista cuantitativo.

No existe una ordenación pesquera específica para *M. tenellum*, aparentemente no requiere de una legislación particular, pero es necesario controlar las condiciones ecológicas de los ambientes donde se la encuentra, particularmente el impacto ocasionado por los asentamientos y las actividades humanas, que no solamente afectan a esta especie sino a la ecología general de ríos y lagunas costeras. El pescar langostinos adultos a partir de un tamaño dado (definido por la selectividad del arte de pesca), permite no solamente evitar la captura de jóvenes que pueden llegar a la edad de reproducción, sino que los precios en el mercado se incrementan notablemente.

La actividad acuacultural es incipiente para la especie, aún cuando su potencial es alto, las experiencias realizadas lo demuestran, pero es necesario realizar experiencias a un nivel de cultivos precomerciales, donde las variables biológicas, tecnológicas y económicas puedan ser debidamente evaluadas. La disponibilidad de poslarvas en el Sistema Lagunar Costero de Guerrero hacen probable el desarrollo del cultivo extensivo de la especie en el área.

El estudio de mercado, es de gran importancia, ya que esta especie es pagada a bajo precio y se utiliza como sustituto del camarón en los centros turísticos del estado, afectando seriamente la economía del pescador tanto para el langostino como para el propio camarón. La presencia de intermediarios en la línea de comercialización evita también el pago justo por el producto.

## 13 BIBLIOGRAFIA

Para el desarrollo del presente trabajo fueron consultadas diversas publicaciones especializadas, bibliotecas y bancos de información bibliográfico, que a continuación se mencionan.

## 13.1 Fuentes de documentación.

## 13.1.1 Publicaciones especializadas:

- Andrino, 1971. Bibliography of Aquaculture. Coastal Plains Center for Marine Development Services. Pub. 71 (4). 245 pp.
- Andrino, 1973. List of publications and documents, 1948-1973. FAO Department of fisheries. FAO Fisheries circular No. 100. FIE/C 100. 211 pp.
- Andrino, 1984. Compendium of *Macrobrachium rosebergii*. Dep. of Animal Sciences. Prawn Aquaculture Research Program. Univ. Hawaii. 1250 pp.
- Coche, A.G., 1983. Lists of serials, newsletters, bibliographies and meeting proceedings related to aquaculture. FAO Fish. Circ., (758): 65 pp.
- Giannini, V.L., 1975. Selected references on brackish freshwater prawns *Macrobrachium*, (Palaeomonidae). Los Angeles California. 28 pp.
- Guzmán, A.W., 1979. Análisis del Estado del Arte de la Acuicultura en México. Depto. de Pesca. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autónoma de México. México. 250 pp.
- Hernández, R.A., 1979. Bibliografía sobre pesca en Colombia. Minist. de Agric., COLCIENCIAS. Bogotá. 160 pp.
- Houston, E.W. y D.W. Collinsworth, 1973. An annotated bibliography for economic evaluations of the Aquaculture of selected crustaceans and mollusks. Univ. Calif., Inst. of Mar. Resour., Sea Grant Pub. 2. 26 pp.
- Jianee, A., 1975. Bibliography of fish and fisheries with special reference to shrimp and prawns. FAO. IPFC. Occ. Pap. 3: 136 pp.
- Walecha, S., M. Lau y G. Tien, 1979. *Macrobrachium rosebergii*: A compendium of selected reprints for the freshwater prawn farming workshop 1979. Honolulu Hawaii. 1054 pp.
- Mercader, Y.M. y G. Weller, 1982 La pesca en México, análisis de la producción bibliográfica. Depto. Pesca. México. 497 pp.
- Trinble, W.C. y W.S. Ravenel, 1975. List of reference on the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosebergii* (de Man). Mar. Resour. Research. Inst., Charleston S.C., 19 pp.

### 13.1.2 Bibliotecas.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Unidad Central de Bibliotecas, Área de Ciencias. Biblioteca del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Biblioteca del Instituto de Biología. Biblioteca de la Facultad de Ciencias. Biblioteca de la Escuela de Estudios Profesionales "Iztacala" y Biblioteca de la Escuela de Estudios Profesionales "Zaragoza".

Secretaría de Pesca (SEPECSA). Dirección General de Información. Biblioteca de la Secretaría de Pesca.

Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMRNR). Biblioteca del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.

Instituto Politécnico Nacional (IPN). Biblioteca de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

### 13.1.3 Bancos de información bibliográfica.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Centro de información científica y humanística (CICH).

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Centro de Consulta Bibliográfica, (CECOBI).

Secretaría de Pesca (SEPECSA). Dirección general de información, estadística y documentación. Subdirección de documentación. Centro único de documentación.

Bancos consultados: Aqualine, Aquaculture, Aquatic Science Abstract, Oceanic Abstract y Biosis Previews.

## 13.2 Referencias bibliográficas.

- Abramowitz, M. y I.A. Stegun, 1972. Handbook of Mathematical Functions. Dover Pub. Inc., New York. 1046 pp.
- Acosta, V.R., 1984. Diagnósis de la pesca comercial de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón de México. 123 pp.
- Alcocer, B.J., Guzmán, A.M. y B.E. Escobar, 1985. Caracterización morfométrica de seis lagos costeros mexicanos. (En prensa). 19 pp.
- Alvarez del Toro, M., 1972. Los Reptiles de Chiapas. Gbo. Edó. Chiapas. Chiapas. 178 pp.
- Alvarez del Toro, M., 1974. Los Cocodrylia de México. Inst. Mex. de Rec. Nat. Renov., México. 70 pp.
- Alvarez del Toro, M., 1977. Los Mamíferos de Chiapas. Univ. Autón de Chiapas. Chiapas. 147 pp.
- Alvarez del Villar, J., 1970. Peces Mexicanos (Claves). Sria. Ind. y Comer. Inst. Nat. Inv. Biol. Pesq., Serie Inv. Biol. Pesq., Estudio I. México. 166 pp.
- Alpírez, G.O., 1985. Taxonomía, Biología y Ecología de la Guavina *Gobionomus maculatus* (Gunther, 1859) (Pisces: Eleotridae) de las planicies costeras de la vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis de Maestría. Col. Cienc. Human. Program. especial. Matria. Doct. Ciencias del Mar. Univ. Nat. Autón. México. 123 pp.
- Anderson, G., 1980. The occurrence of *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) and *Macrobrachium carolinense* (L.) in southern Mississippi, U.S.A. (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 39 (1): 90-94 pp.
- Anderson, G. y W.E. Dale, 1981. *Protophyrus pandalicola* (Packard) (Isopoda, Epicaridae): Morphology and development of larvae in culture.
- Andrewartha, H., 1973. Introducción al estudio de poblaciones animales. Edit. Alhambra S.A. España. 332 pp.
- Aquacop, 1977. Observations on diseases of crustacean cultures in Polynesia. CNECO-COP, Tahiti. 21 pp.
- Arana, F.A., 1974. Experiencias sobre el cultivo del langostino *Macrobrachium americanum*, (Date) en el noroeste de México. Simp. FAO/CARPAS Sobre Acuicultura en América Latina. Uruguay. 9 pp.
- Arana, F.A., 1978. Planeación de la explotación y sistemas de cultivo del langostino del género *Macrobrachium* en México. II Simp. Asoc. Latinoamer. Acuicultura. México 8 pp.
- Arellano, N. y P. Rojas, 1956. Aves acuáticas migratorias en México I. Inst. Mex. de Rec. Nat. Renov., México. 270 pp.
- Arkin, H. y R.R. Colton, 1963. Tables for statisticians. Barnes y Noble Books. New York. 168 pp.
- Arpi, B., et al., 1974. Informe sobre la pre-investigación hidrográfica en las lagunas costeras del Estado de Guerrero. Informe final I etapa. Centro de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 43 pp.
- Atkinson, J.M., 1977. Larval development of freshwater prawn *Macrobrachium* lar (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana* 33 (2): 119-132 pp.
- Ayala, C.A. y F.B. Phleger. (Edit.), 1969. Lagunas costeras. Un Simposium. Inst. Biol., Univ. Nat. Autón. México. 686 pp.
- Bancroft, H., 1974. Introducción a la Bioestadística. EUBEDA. Buenos Aires. 246 pp.
- Balasundaran, C. y T.J. Pandian, 1981. In vitro culture of *Macrobrachium nobilii* eggs. *Hydrobiologia*. 77 (3): 203-208 pp.
- Batschelet, E., 1975. Matemáticas básicas para biocientíficos. Edit. Bossat. Madrid. 645 pp.
- Beck, J.T., 1980. Larval and adult habitats of a branchial bopyrid *Protophyrus pandalicola* on one of its freshwater shrimp hosts *Palaemonetes paludosus*. *Crustaceana* 38(13) 265-276 pp.
- Beck, J.T., 1980. The effects of an isopod castrator *Protophyrus pandalicola*, on the sex characters of one of its caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*. *Biol. Bull.*, 158: 1-15 pp.
- Bent, A.C., 1963. Life histories of North American marsh birds. Dover Pub. Inc., New York. 392 pp.
- Bhattacharya, C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into a gaussian components. *Biometrics*. 23: 115-135 pp.
- Bhattacharyya, G.K. y R.A. Johnson, 1977. Statistical concepts and methods. John Wiley & Sons. New York. 639 pp.
- Blake, R.E., 1969. Birds of México. The Univ. of Chicago Press. Chicago. 644 pp.

- Boschli, E.E., 1963. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la Costa Atlántica de América del Sur. Bol. Inst. Biol. Mar de Plata (3): 39 pp.
- Boschli, E.E., 1974. Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Simp. FAG/Carpas sobre Acuic. en Amer. Latin. Uruguay. CARPAS/6/74/SR 7: 24 pp.
- Burt, W.H. y R.P. Grossenheider, 1964. A field guide to mammals. Houghton Mifflin Co., Boston. 284 pp.
- Cabrera, C.M., 1976. Experimentación y cultivo del camarón prieto o langostino manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus*, en la estación de acuicultura, Laguna de los Anales, Tlacotalpan, Ver. Mex. Simp. Pesq. Aguas Cont., México. 24 pp.
- Cabrera, C.M., Moe, O.L. y I. Aguirre, 1976. Contribución al estudio poblacional del camarón prieto o langostino manos de carrizo, *Macrobrachium acanthurus*, en aguas y lagunas del bajo Papaloapan. Mex. Simp. Pesq. Aguas Cont., México. 13 pp.
- Cabrera, C.M., 1978. Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). II. Simp. Asoc. Latinoamer. Acuic., México. 12 pp.
- Cabrera, J.M., M.A. Guzmán y K. Kensler, 1977. *Macrobrachium* fishery and market in México. In Hanson J.A. y Goodwin H.L. (Edit.) Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere. Bowden Hutchinson & Ross Inc., Penn. U.S.A. 437 pp.
- Cabrera, J.M., C. Chávez y C. Martínez, 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en laboratorio. An. Inst. Biol., Univ. Nat. Autón. de México. Serie Zoología. 50 (1): 127-132 pp.
- Carlander, K.B., 1969. Handbook of freshwater fishery Biology. Vol. I. The Iowa State Univ. Press. Iowa. 752 pp.
- Carlander, K.B., 1977. Handbook of freshwater fishery Biology. Vol. II. The Iowa State Univ. Press. Iowa. 431 pp.
- Carr, A., 1952. Handbook of turtles. Cornell Univ. Press. Ithaca. 542 pp.
- Carrillo, B.F., 1968. Morfología de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Estado de Veracruz, México. FAO Fish. Rep., 2 (57): 415-425 pp.
- Carvalho, J.P., 1939. Nota sobre *Protophyrus floridensis* Richardson. Div. Protec. e Produc. de Peixes e Animais Silvestres. Secc. de Fauna Marítima. 125: 133 pp.
- Casas, G.A. y M.A. Guzmán, 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. Inst. Nat. de Invest. Biol. Pesq., Serie Divulgación. Bol. (3): 52 pp.
- Casie, R.M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. Jour. Mar. Freshwat. Res., 5 (3): 513-522 pp.
- Castellanos, L., 1975. Subprograma de Hidrología. Informe final II etapa. Centro de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 44 pp.
- Clarck, J.R., 1977. Coastal ecosystems management. John Wiley & Sons. New York. 728 pp.
- Cox, G.W., 1972. Laboratory manual of general Ecology. Wm. C. Brown Co. Pub. Iowa. 195 pp.
- Crisci, V.I. y M.F. A. López, 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Sria. Gral. GEA. Prog. Reg. de Ges. Cient. y Tecnol. 132 pp.
- Crow, E.L., F.A. Davis y M.W. Maxfield, 1960. Statistics manual. Dover Pub. Inc. 288 pp.
- Crowe, A. y A. Crowe, 1969. Mathematics for Biologists. Academic Press. London. 303 pp.
- Cushing, B.H., 1977. Fisheries Biology. Study in population dynamics. The University of Wisconsin Press. 200 pp.
- Cushing, B.H., 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press. 232 pp.
- Charuz, A., 1973. Le cycle d'intermue chez la langostine. Essai d'application a l'étude de la croissance. CIEN. C.M./K-9: 10 pp.
- Chávez, A.E., 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa sur occidental de México. An. Cen. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México. 6 (2): 15-44 pp.
- Chávez, A.Z. y E.A. Chávez, 1976. Introducción al conocimiento de la Biología del langostino *Macrobrachium carcinus* (L.) en el Estado de Veracruz. New. Simp. Biol. Dinam. Pobl. Camarones. México. 21 pp.
- Chávez, E., 1973. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (*Penaeus vannamei* Boone) de la región Sur del Golfo de California. Ciencia. XXVIII (2): 77-85 pp.
- Chávez, J., 1984. Aspectos de la reproducción del flamenco *Litjanus guttatus* (Steindachner, 1869), (Pisces Litjanidae) del Pacífico Sur. México. Tesis Prof. ENEP. Izacala., Univ. Nat. Autón. de México. 42 pp.

- Chávez, S.M.C. y C.A. Martínez, 1973. Contribución al conocimiento de la fauna hidrológica de la desembocadura del Río Actopan, municipio de Ursula Salván, Veracruz. Tesis Prof., Fac. Cien., Univ. Nat. Autón. de México. 96 pp.
- Chávez, S.M.C., 1976. Descripción de una nueva especie de Palaemonidae cavernícola (Crustacea, Decapoda, Macrural del Sureste de México. *Macrobrachium cocahuensis* nov. sp., Fac. Cien., Univ. Nat. Autónoma de México. 23 pp.
- Choudhury, P.C., 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), reared in the laboratory. *Crustaceana* 18(2): 113-132 pp.
- Choudhury, P.C., 1971a. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*. 20(1): 51-69 pp.
- Choudhury, P.C., 1971b. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). *Crustaceana* 21(2): 113-126 pp.
- Choudhury, P.C., 1971c. Responses of larval *Macrobrachium carcinus* (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 20(2): 113-120 pp.
- Barrett, R.M., 1971. *Organism and Environment. A manual of quantitative Ecology.* W.H. Freeman Co., San Francisco. 297 pp.
- Davis, T.L.O., 1977. Food habits of the freshwater catfish, *Tandanus tandanus* (Mitchell) in the Gwdir River, Australia and its effects associated with impoundment of this river by the Copeton dam. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, 28 (4): 455-465 pp.
- De Lury, B.B., 1947. On the estimation of Biological Populations. *Biometrics*. 3: 147-167 pp.
- Dobkin, S., 1969. Abbreviated larval development in Caridean Shrimps and its significance in the artificial culture of these animals. *FAO. Fish. Rep.*, 3 (57): 935-946 pp.
- Dobkin, S., 1970. Manual de métodos para el estudio de larvas y primeras postlarvas de camarones y gambas. *Inst. Nat. Inv. Biol. Pesq., Com. Nat. Consul. Pesca. México. Serie Bivul.* (4): 82 pp.
- Dobkin, S., W.P. Azzinaro and J. Van Montfrans, 1974. Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *M. carcinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. *Proc. 5th Annual Workshop World Mariculture Soc.*, 51-52 pp.
- Dobkin, S., J. van Montfrans y B.M. Holland, 1975. Selective breeding of the fresh and brackish-water shrimp *Macrobrachium acanthurus*. *Proc. 6th Annual Meeting World Mariculture Soc.*, 33-36 pp.
- Doi, T., 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. *Inst. Nat. de Pesca. INP/SI: n12.* 95 pp.
- Dugan Ch.C. y T.A. Frakes, 1972. Culture of brackish - freshwater shrimp, *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus* and *M. ohione*. *Procc. 3th Ann. Workshop World Mariculture Soc.*, St. Petersburg Fla. 185-191 pp.
- Elliot, J.M., 1971. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biol. Assoc. Scient. Pub.*, No. 25. 144 pp.
- Emmel, T., 1975. *Ecología y Biología de las poblaciones.* Edit. Interamericana. 182 pp.
- Enten, J.M., 1977. *Ecology: An Evolutionary Approach.* Addison-Wesley Pub. Co., 493 pp.
- Espinoza, G. y A. López, 1980. Introducción a los Métodos Jerárquicos de Análisis de Datos. Serie verde: notas. *Inst. de Invest. en Nat. Aplic. y Sistemat.*, Univ. Nat. Autónoma de México. 77 pp.
- Figuerua, E., 1980. Atlas geográfico e histórico del Estado de Guerrero. Gob. del Edo., Ed. FONAPAS. 150 pp.
- Felix, J., 1975a. *A Colour Guide to Familiar Marshland and Freshwater Birds.* Octopus books. Praga. 183 pp.
- Felix, J., 1975b. *A Colour Guide to Familiar Sea and Coastal Birds.* Octopus books. Praga. 183 pp.
- Freund, J.E., 1962. *Mathematical Statistics.* Prentice Hall. 250 pp.
- Frost, H.E. y H.E. Brown, 1970. *The Trout.* New Naturalist Series. Collins. London. s/d pp.
- Fuentes, M.P. y T.B. Gaspar, 1981. Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna de la desembocadura del Río Balsas, Mich.-Gro. Tesis Prof. Fac. de Cienc., Univ. Nat. Autónoma de México. 192 pp.
- Gamba, L.A., 1982. *Macrobrachium: Its presence in estuaries of the northern Venezuelan coast (Decapoda, Palaemonidae).* *Carib. J. Scie.*, 18 (1-4): 23-26 pp.
- Gamba, L.A., 1984. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium jelskii* and *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in a Venezuelan continental lagoon. *Int. Jour. of Invert. Reprod. and develop.*, 7: 135-142 pp.



- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geog., Univ. Nat. Autón. de México. 246 pp.
- García, S.M., 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y camarón azul *Penaeus stylirostris*, de Puerto Peñasco y Guaymas Son. Mem. Simp. sobre Biol. y Dinám. de Pob. de Camarones. Tomo I. 131-139 pp.
- García, P.L., 1970. Estudio morfométrico del camarón blanco (*Penaeus schmitti*). Bol. Cent. Inv. Biol. Univ. Zulia. Venezuela (4): 35 pp.
- Garduño, O.R. y R. Carvajal, 1945. Biología y pensamiento de Sistemas. CONACYT. México. 121 pp.
- George, R.J., 1969. Genus *Macrobrachium* Bate 1868. Cent. Mar. Fish. Research Inst., Ball. 14: 179-204 pp.
- Giesel, J.T., 1974. The Biology and Adaptability of Natural Populations. The C.W. Mosby Co., 177 pp.
- Gómez, M.L. et al., 1980. Ecología del Estado de Guerrero. Gbo. del Edo. Gro. Sria. Asent. Hum. y Obras Pub., 273 pp.
- Goodwin H.L. y J.A. Hanson, 1975. The Aquaculture of Freshwater Prawns. (*Macrobrachium* species). The Oceanic Inst., Waianalo, Hawaii. 98 pp.
- Gosner, K.L., 1971. Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. John Wiley & Sons, Inc., New York. 693 pp.
- Granados, B.A., 1980. Biología y aspectos poblacionales del langostino de Río *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) (Decapoda: Palaemonidae) en algunas áreas de los Estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón. de México. 110 pp.
- Granados, B.A., 1981. Aspectos reproductivos del "Camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* en la cuenca del Río González, Tabasco México. VII Simp. Latinoamer. Ocean. Biol., Acapulco Gro. 27 pp.
- Granados, B.A., 1984. Aspectos reproductivos del "Camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la cuenca del Río González, Tabasco México. (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México. II (11): 1-22 pp.
- Granados, B.A., 1984. Biología, Ecología y Pesquería de los langostinos de México. Universidad y Ciencia, Vol. I (11): 5-23 pp.
- Grijalva, M., Jiménez A. y S. Salas, 1978a. Estudio Físico-químico de la microregión de Coyuca de Benítez, Gro. Informe I etapa. México. Inst. Cienc. Atmos., Univ. Nat. Autón. de México. 38 pp.
- Grijalva, M., Jiménez A. y S. Salas, 1978b. Estudio Físico-químico de la microregión de Coyuca de Benítez, Gro. Informe II etapa. México. Inst. Cienc. Atmos., Univ. Nat. Autón. de México. 42 pp.
- Gulland, J.A., 1971. Manual de Métodos para la Evaluación de Poblaciones de Peces. Ed. Acribia. España. 164 pp.
- Gulland, J.A., 1977. Fish Population Dynamics. John Wiley & Sons. London. 372 pp.
- Gutiérrez, E.G., et al., 1970. Plan director urbanístico para el fomento del Turismo en el Estado de Guerrero. Gpo. VALCAS. 275 pp.
- Gutiérrez, E.M., 1971. Batimetría y Sedimentología del Delta del Río Balsas, Michoacán. México. Bol. Inst. de Geol., No. 93: 58 pp.
- Gutiérrez, E.M. y E.A. Carranza, 1976. Sedimentología del Sistema Lagunar Costero de Guerrero. Subprograma Geología. Informe I etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 120 pp.
- Guzmán, A.M., 1973. Biología e Importancia Económica de los Cocodrilos Mexicanos. Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón. de México. 123 pp.
- Guzmán, A.M., 1975. Biología, Ecología y Pesca del chacal *Macrobrachium lensillum* en lagunas costeras del Estado de Guerrero. Inf. Tec. I. Centro de Cien. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México.
- Guzmán, A.M., 1976. Biología, Ecología y Pesca del chacal *Macrobrachium lensillum* en lagunas costeras del Estado de Guerrero. Inf. Tec. II. Centro de Cien. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México.
- Guzmán, A.M., 1977. Biología, Ecología y Pesca del chacal *Macrobrachium lensillum* en lagunas costeras del Estado de Guerrero. Inf. Tec. III. Centro de Cien. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México.
- Guzmán, A.M., J. Cabrera y C. Kensler, 1977. Notes on *Macrobrachium* species in Mexico. in Hanson J.A. y Goodwin H.L. (Edit.) Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere. Bowden Hutchinson & Ross Inc. Penn., U.S.A., 437 pp.
- Guzmán, A.M. y C. Kensler, 1977. Posibilidad de cultivo de langostino del género *Macrobrachium*, en el área de Cd. Lázaro Cardenas Mich. Cent. de Cien. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 19 pp.

- Guzmán, A.M., et al., 1978a. Macroecología de la región de Coyuca, Gro. México. Informe I etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 243 pp.
- Guzmán, A.M., et al., 1978b. Macroecología de la región de Coyuca, Gro. México. Informe II etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 243 pp.
- Guzmán A.M., C. Kensler y B.A. Granados, 1978. Los langostinos del género *Macrobrachium* en México y sus posibilidades de cultivo. II. Simp. Asoc. Latinoamer. de Acuicultura. México.
- Guzmán A.M., J.G. Rojas, y L.G. González, 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobrachium tenellum* (Smith) y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Nitle y Tres Palos, Gro. México. (Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México. 9 (1): 67-80 pp.
- Guzmán, A.M. y R.C. Román, 1983. Parasitismo de *Protophyrus pandalicola* (Isopoda, Bopyridae) sobre el langostino *Macrobrachium tenellum*, en la costa Pacífica de Guerrero y Michoacán, México. Proc. Internat. Conf. Marine Resour. of the Pacific. Villa del Mar, Chile. 345-357 pp.
- Guzmán, A.M., S.O. Nañon y M.P. Ortiz, 1985. Regionalización Limnológica del Sistema Lagunar Costero del Estado de Guerrero. México. Bol. Inst. Geog., (16): 23 pp.
- Hagood, R.W. y S.A. Willis, 1976. Cost comparisons of rearing larvae of freshwater shrimp, *Macrobrachium acanthurus* and *M. rosenbergii* to juveniles. Aquaculture. 7: 59-74 pp.
- Harding, J.P., 1949. The use paper probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. Jour. Mar. Biol. Ass., U.K., XXVIII (1): 141-133 pp.
- Hedgepeth, J.W., 1949. The North American species of *Macrobrachium* species (River shrimp). Texas J. Sci., (13): 28-38 pp.
- Henderson, F., 1974. Programa de Evaluación de Recursos para apoyar el Desarrollo Pesquero en Aguas Mexicanas. Prog. de Invest. y Fom. Pesq., México/PNUD/FAO. CEPN: 8. 62 pp.
- Hendricks, M.E., 1984. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, México. II. The decapoda crustaceans of Estero El Verde. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. México. 11 (1): 23-48 pp.
- Hernández, G.N.A., 1970. Las aves acuáticas migratorias en el Valle de México. Ed. Sria. Agric. y Ganad., México. 38 pp.
- Holden, M.J. y B.F.S. Raitt, 1974. (Edits.) Manual of Fisheries Science. Part 2. FAO., Fish. Techn. Paper. No. 115 (Rev. 1) 214 pp.
- Holthuis, L.B., 1950. The Decapoda of the Siboga Expedition, Part X. I Subfamily Palaemonidae. Siboga Exped. Monogr., 39a 9: 1-268 pp.
- Holthuis, L.B., 1952. A general revision of the palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Allan Hancock Found. Publ., Occ. Pap., 12: 11-132 pp.
- Holthuis, L.B. y A.J. Provenzano, 1970. New distribution records for species of *Macrobrachium* with notes on the distribution of the genus in Florida. (Decapoda: Palaemonidae). Crustaceana. 2 (17): 211-213 pp.
- Holthuis, L.B. y H. Rosas, 1965. List of species of shrimps and prawns of economic value. FAO Fish. Tech. Pap., 52: 20 pp.
- Huang, W. Y., J.-K. Wang and T. Fujimura, 1976. A model for estimating prawn populations in ponds. Aquaculture. 8: 57-70 pp.
- Huang, S.G., B. Y. Lev y J.C. Chen, 1981. Effects of eyestalk ablation on growth and molt of fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Bull. Inst. Zool. Acad. Sin., 20 (2): 41-48 pp.
- Honer, J.V. J.W. Avault, 1979. The Molt cycle of subadult red swamp crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard). Louisiana State Univ., Baton Rouge. 267-273 pp.
- Hutchinson, G.E., 1975. A treatise on Limnology. Part I. Geography, Physics, and Chemistry. New York. Wiley & Sons Inc., 1015 pp.
- Inman, D.L. y T.K. Chamberlein, 1975. Particle-size distribution in near shore sediments. In: Finding ancient shorelines. Soc. Econ. Paleont. Min., Spec. Pub., (3): 106-127 pp.
- Jacques, E. y R. Oliver, 1960. The Water Birds. Ed. W.C.B., 159 pp.
- Jalihal, D.R. y K. N. Sankolli, 1975. On abbreviated metamorphosis of the fresh water prawn *Macrobrachium hendersonianum* in the laboratory. J. Karnatak Univ. Sci., 20: 283-291 pp.
- James, J., 1953. Fecundidad del atún aleta amarilla (*Thunnus albacores*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) del Océano Pacífico Oriental. Inter. Amer. Trop. Tuna. Comm., Bol., Vol. VII (4). s/d pp.

- Johnson, D.S., 1960. Sub specific and infraspecific variation in some freshwater prawns of the Indo-Pacific region. in Purckon, R.B. (Edit.) Proc. of the Centenary and Bicentenary Congress of Biology, Singapore. 239-247 pp.
- Johnson, S.K., 1977. Handbook of crawfish and freshwater shrimp diseases. Texas A & M Univ., TAMU-66-77/403. 18 pp.
- Johnson, S.K., 1978. Handbook of shrimp diseases. Texas A & M. Univ., TAMU-66-75. 4-21 pp.
- Kessler, C.R., A. Weller y J.M. Grande, 1974. El desarrollo y cultivo del langostino de río en Michoacán y Guerrero, México. Cont. Est. Pesq. México. PRUB/FAO México. 36 pp.
- Kesteven, G.L., 1973. Manual de Ciencias Pesqueras. Parte I. Una Introducción a la Ciencia Pesquera. Doc. Tec. FAO Pesca, (118) : 45 pp.
- Khmel'teva, N.M. y G.Y. Biginyak, 1960. The subtropical shrimp *Macrobrachium nigropinnatum* Palaemonidae as a new fauna element in water cooling basins. Vvestsi Akad. Nauk., BSSR. Ser. Riyal Nauk., 0 (6): 112-113 pp.
- Knuth, D.E., 1971., The art of Computer Programming. Vol. 2. Addison-Wesley. 152 pp.
- Koshy, M., 1973. Estudios de sexual dimorfismo in the fresh water prawn *Macrobrachium dayanum* Decapoda, caridea. Part II. Crustaceana 24 (1): 110-118 pp.
- Koshy, M. y K.K. Tiwari, 1975. Cluth size and its relation to female size in 2 species of fresh water shrimps of the genus *Macrobrachium* (Crustacea, Caridea, Palaemonidae), from Calcutta India. J. Inland Fish. Soc., India. 7: 109-111 pp.
- Krebs, J.P. y N.B. Davis, 1978. Behavioural Ecology. Blackwell Scientific Pub., 494 pp.
- Kwei, E.A., 1978. Food and spawning activity of *Carax hippas* (L.) of coast of Ghana. J. Nat. Hist., 12 (2): 195-215 pp.
- La Salle Fund., 1967. Ecología Marina. Fund. La Salle de Cienc. Nat., Caracas. 711 pp.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach y R.R. Miller., 1962. Ichthyology. John Wiley & Sons. New York. 543 pp.
- Lagler, K.F., 1975. Freshwater Fisheries Biology. Wm. C. Brown Co. Pub., Iowa. 421 pp.
- Lankford, R.L., 1974. Descripción General de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero. In Informe I etapa del Programa "Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero". Cent. Cienc. Mar y Limnol., México. 1-42 pp.
- Lankford, R.L., E.M. Gutiérrez y E.A. Carranza, 1975. Subprograma Geología. II etapa, Informe final. Programa "Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero". Cent. Cienc. Mar y Limnol., México. 63 pp.
- Lankford, R.L., 1977. Coastal lagoons of México. Their origen and classification. 182-215. In Stuarine Processes. Vol. 2. Academic Press. 250 pp.
- Laurent, N. y G. Moreau, 1973. Influence des facteurs écologiques sur le coefficient de condition d'un téleostéen (*Cottius gobio* L.). Ann. Hydrobiol. 4 (2): 211-228 pp.
- Lee C.L. y D.P. Fielder, 1981. The effect of salinity and temperature on the larval development of the fresh water prawn *Macrobrachium australiense* from south eastern Queensland Australia. Aquaculture. 28 (1-2): 167-177 pp.
- Leopold, S., 1945. Fauna silvestre de México, aves y mamíferos de caza, Inst. Mex. Rec. Nat. Renov., México. 655 pp.
- Leslie, P.H. y D. Chitty, 1951. The estimation of population parameters from data obtained by means of the capture-recapture method. I. The maximum likelihood equation for estimating the death rate. Biometrika. 38: 249-292 pp.
- Leslie, P.H., 1952. The estimation of population parameters from data obtained by means of the capture-recapture method. II. The estimation of total number. Biometrika. 39: 363-388 pp.
- Lewis, J.B. y J.Vard, 1965. Developmental stages of the palaemonid shrimp *Macrobrachium carolinus* (Linnaeus) Crustaceana 9(2): 137-148 pp.
- Lewis, J.B., J.Vard y A. Mc. Iyer, 1966. The breeding cycle, growth and food of the freshwater shrimp *Macrobrachium carolinus* (Linnaeus). Crustaceana. 1 (10): 48-52 pp.
- Licea, S., E. Gómez, y M. Gómez, 1974. Estudio del Fitoplanctón en 3 lagunas costeras de Guerrero. Programa de estudio de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Informe II etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón de México. 75 pp.
- Licea, S., E. Gómez, y M. Gómez, 1976. Estudio del Fitoplanctón en 5 lagunas costeras de Guerrero. Programa de estudio de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Informe final. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón de México. 85 pp.
- Lind, G.V., 1979. Handbook of common methods in Limnology. Mosby Co. 199 pp.

- Liang, S.W., 1967. Methods of rearing and culturing *H. rosebergii* (de Haan). FAO. BCSP/67/E/31. 15 pp.
- Liang, S.W., 1969. The general Biology and development of *Macrobrachium rosebergii* (de Haan). FAO. Fish. Rept., 3 (37): 589-606 pp.
- Liang, S.W. y T.J. Costello, 1976. Review of culture of freshwater prawns. FAO Tech. Conf. Aquaculture. FIR/80/Conf/76/R/29. 12 pp.
- Lleonart, J., P. Sánchez y M.A. Guzmán, 1980. Análisis de algunos caracteres morfométricos en *Ilix coiadetti* (Verany, 1837). Invest. Pesq., Vol. 44 (3): 445-459 pp.
- Lujan, J.L., 1973. Estudio bromatológico de una población de *Ruppia maritima* (L.), de la laguna de Nuxco. Gro. México. Tesis Prof., Fac. Quim., Univ. Nat. Autón. de México. 79 pp.
- Maldonado-Koerbell, M., 1971. Geohistory and Paleography of Middle America. in Vauchop, R. (Edit.) Handbook of Middle Americans Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas. Press. Austin. 1-29 pp.
- Mason, O.S., 1983. Regionalización limnológica de la Planicie Costera de Guerrero, México. Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón de México. 94 pp.
- Margalef, R., 1974. Ecología. Edit. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Margalef, R., 1978. Perspectivas de la Teoría Ecológica. Edit. Blume. Barcelona. 110 pp.
- Margalef, R., 1983. Limnología. Edit. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Markham, J.C., 1977. Distribution and systematic review of the bopyrid isopod *Probopyriaella latreuticola* (Gissler, 1882). Crustaceana 33(2): 189-197 pp.
- Markham J.C., 1978. Bopyrid isopods parasitizing hermit crabs in the northwestern Atlantic Ocean. Bull. Mar. Scien. 28(1): 102-117 pp.
- Martínez, E., 1983. Distribución y abundancia de la familia Gerridae (Pisces) en la plataforma continental de los Estados de Guerrero y Nayarit. México. Tesis Maestría. Div. Posgrado. Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón de México. 92 pp.
- Martínez, G.A., 1978. Distribución y variación estacional del zooplanctón en 5 lagunas costeras del Estado de Guerrero. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón de México. 5 (1): 201-214 pp.
- Mashiko, K., 1982. Differences in both the egg size and the clutch size of the freshwater prawn *Palaemon paucides* (de Haan) in the Sagami river. Jap. J. Ecol., 32: 445-451 pp.
- Mashiko, K., 1983a. Differences in the egg clutch sizes of the prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan) between brackish and fresh waters of a river. Zool. Magaz., 92: 1-9 pp.
- Mashiko, K., 1983b. Evidence of differentiation between the estuarine and upper freshwater population inhabiting the same water system in the long-armed prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan). Zool. Magaz., 92: 180-185 pp.
- Mashiko, K., 1983c. Comparison of growth pattern until sexual maturity between the estuarine and upper freshwater populations of the prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan) within a river. Jap. J. Ecol., 33: 207-212 pp.
- Maynard, S.J., 1974. Mathematical ideas in Biology. Cambridge Univ. Press. 152 pp.
- Mayr, E., 1968. Especies animales y evolución. Edic. Univ. de Chile. Edic. Ariel. 808 pp.
- Medina, G.L., 1980. El Factor de Condición Múltiple (K<sub>m</sub>) y su importancia en el manejo de poblaciones de la carpa de Israel. (*Cyprinus carpio specularis*). Rev. Sinp. Pesq. Aguas Cont., Tuxtla Gutiérrez. Chi. 207-217 pp.
- Méndez, R.I., 1976. Modelos estadísticos lineales. FOCCA/COMACYT. 140 pp.
- Mercado, P., 1959. Proyecto para una estación rústica dedicada al cultivo de los langostinos. Bol. Piscic. Rural. Sta. Inf. Comer., México. 9 (3-4): 6-9 pp.
- Merne, O.J., 1974. Ducks, Geese and Swans. Hamlyn. London. 160 pp.
- Miranda, F. y E.X. Hernández, 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Soc. Bot. México. Esc. Nat. Agric., Bol. 28. Chapingo, México. 180 pp.
- Miranda, F., 1975. La Vegetación de Chiapas. (Parte II). Edic. Gbo. del Edo. Chiapas. México. 65 pp.
- Niyama, I.S., 1977. About *Macrobrachium* species. in Hanson, J.A. y H.L. Goodwin (Edit.) Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Chap. II. Dowden, Hutchinson & Russ; Penn., 201-209 pp.
- Monaco, G., 1975. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium americanum* (Bate). Aquaculture. 4: 369-375 pp.
- Moore, A., 1976. Biogeography, An Ecological and Evolutionary Approach. Blackwell Scientific Pub., 194 pp.

- Norrison, F.D., 1976. *Multivariate Statistical Methods*. Mc. Graw-Hill Internal. Book Co. 415 pp.
- Negrete, R.R., 1977. Fecundidad en el langostino *Macrobrachium lenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Palaemonidae) en la Laguna de Tres Palos. Gro., México. Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nat. Autón. de México. 30 pp.
- New, H.B., 1982. *Shrimp Farming*. Elsevier Scient. Pub. Co., Amsterdam. 331 pp.
- Noble, G.K., 1955. *The Biology of the Amphibia*. Dover Pub. Inc., New York. 577 pp.
- Nikolskii, G.V., 1975. *Theory of Fish Population Dynamics*. Oliver and Boyd, Edinburgh. 323 pp.
- Olivier, S.R., 1971. *Elementos de Ecología*. Edit. Ministerio Sur. Argentina. 174 pp.
- Orbe, M.A., 1981. Estudios Biológicos de la Laguna de Chautengo. Problemas de Investigación. Col. Cien. y Human., Proy. Espec. Matria y Doc. en Cienc. del Mar. Univ. Nat. Autón. de México. 100 pp.
- Ortiz, P.A., 1975. Algunos conceptos y criterios de clasificación de los medios lacustres. Anuario de Geografía. Univ. Nat. Autón. de México. AÑO XV. 129-138 pp.
- Patra, R.U.R., 1976. The fecundity of *Macrobrachium rosenbergii*. *Bangladesh J. Zool.*, 4 (2): 63-72 pp.
- Patra, R.U.R., 1977. Seasonal abundance and sex ratio of the natural population of *Macrobrachium rosenbergii*. *Bangladesh J. Zool.*, 5 (2): 101-106 pp.
- Pennington, E. y J. Sarukhan, 1968. *Arboles tropicales de México*. FAO. Sria. de Agric. y Sanad., 413 pp.
- Pérez, C.H. y M.C. Segura, 1981. Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la biología de las especies de langostino: *Macrobrachium acanthopus* (Wiegmann 1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linné 1758), en el Estado de Tabasco. Tesis Prof., Esc. Nat. Est. Prof. Ixtacala. Univ. Nat. Autón. de México. 66 pp.
- Pérez, J.A., 1982. Vegetación de la costa de Jalisco. Est. de Biol. Chamela. Inst. de Biol., Univ. Nat. Autón. de México. 15 pp.
- Peterson, T.R., 1961. *A field guide to Western birds*. Ed. Houghton Mifflin Co., Boston. 307 pp.
- Peterson, T.R., 1974. *A field guide to birds*. Ed. Houghton Mifflin Co., Boston. 250 pp.
- Peterson, T.R. y E.L. Chalif, 1973. *A field guide to Mexican birds*. Ed. Houghton Mifflin Co., Boston. 298 pp.
- Pianka, E.R., 1974. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row. Nueva York, 356 pp.
- Quevedo, M.A., 1936. Informe sobre la exploración llevada a cabo en las manantiales, lagos y rios de los Estados de Morelos, Guerrero y en el puerto de Acapulco, de este último estado, al presidente de la república, Gral. Lázaro Cárdenas. Bol. Dept. Forest. y de Caza y Pesca. I (4): 75 pp.
- Quintero, L.G., 1974. Tipos de Vegetación en México. in *El Escenario Geográfico*. Inst. Nat. Antrop. e Hist., México. 109-218 pp.
- Rabinovich, J.E., 1980. *Introducción a la Ecología de poblaciones animales*. C.E.C.S.A., México. 313 pp.
- Rajyalaskhmi, T., 1961. Studies on maturation and breeding in some estuarine palaemonid prawns. *Proc. Nat. Inst. Sci. India. Part B, Biol. Sci.*, 27(4): 179-182 pp.
- Rajyalaskhmi, T., 1966. On the age and growth of some estuarine prawns. *Indo Pacific. Indo-Pac. Fish. Council. Proc., Session II (II): 52-83 P.*
- Ramírez, G.R., 1952a. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 13: 71-112 pp.
- Ramírez, G.R., 1952b. Recursos pesqueros en las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Guerrero. *Conferencia. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 8 pp.
- Rappaport, E.H., 1975. *Areografías: Estrategias geográficas de las especies*. Fondo Cult. Econ., México. 214 pp.
- Regan, C.T., 1906/08. *Biología Centrali-Americana. Pisces*. London. 203 pp.
- Rioja, E., 1948. Estudios Carcinológicos XIX. Un nuevo crustáceo Isópodo, parásito de la familia de los Hopiridos del Papaloapan. *An. Inst. Biol., México*. XIX (1): 169-174 pp.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Jour. Fish. Res. Board Can.*, 26: 479-541 pp.
- Ricker, W.E., (Edit.). 1971. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP. Handbook No. 3. Blackwell Scient. Pub., Oxford. 348 pp.

- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1965. Contribución al conocimiento de los palemonidos de México II. Palemonidos del Atlántico y vertiente oriental de México con descripción de dos especies nuevas. An. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq., 1: 71-112 pp.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1968. Contribución al conocimiento de los palemonidos de México III. Palemonidos del Golfo de California, con notas sobre la Biología de *Macrobrachium americanum*. FAO. Fish. Rep., 2 (57): 373-380 pp.
- Román, C.R., 1974. Contribución al conocimiento de la Biología y Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith). (Crustacea, Decapoda, Palemonidae). Tesis Prof., Fac. Cienc., Univ. Nal. Autón. de México. 84 pp.
- Román, C.R., 1979. Contribución al conocimiento de la Biología y Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith). (Crustacea, Decapoda, Palemonidae). An. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México. 6 (2): 137-159 pp.
- Rosas, N., 1965. Preparation of synopses on the Biology of species of living aquatic organisms. FAO Fish. Synops., (1): 75 pp.
- Royce, W.F., 1972. Introduction to the Fishery Sciences. Academic Press. New York. 351 pp.
- Ruiz, S.H., 1983. Reproducción del huachinango *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) del Pacífico Sur-México. Tesis Prof., Prog. Académ. de Oceanog. y Pesq., Univ. Nal. Federico Villareal. Lima Perú. 72 pp.
- Rzedowski, J., 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa. México. 432 pp.
- Saenger, R.F., 1975. Reporte preliminar de las costas de Guerrero y Michoacán. Subprograma Geología. Informe II. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México. 65 pp.
- Saetersdal, H.S., 1971. Unidades de pesca y esfuerzo pesquero. Rep. FAO/UNDP (TA) (No.TA 3005 ) Vol. II. 274 pp.
- Sánchez, C., 1975. Desarrollo juvenil del camarón de río *Macrobrachium tenellum* en estanques de arcilla. Serv. Pisc., Minist. Agric. y Ganad., El Salvador. 12 pp.
- Sánchez, C., 1976. Desarrollo larval de *Macrobrachium tenellum*. FAO. Tech. Conf. Acuacul., Kyoto Japon. Exp. pap., 57: 8 pp.
- Sánchez, A.P., 1976. Sedimentología de la Laguna de Milta, Guerrero. México. Tesis Prof., Esc. Ing., Univ. Autón. de San Luis Potosí. 52 pp.
- SARN., 1970. Boletín Hidrológico No. 31. Regiones Hidrológicas 19 y 20. Sria. Agric. y Rec. Hidraul. Jefatura de Irrigación y control de ríos., Dir. Hidrol., Vol I, II y III. México. s/6 pp.
- Sauers, E.R., 1979. Estudio de las relaciones potenciales y restrictivas de la Acuicultura con las actividades agropecuarias, industriales y de asentamientos humanos en la zona conurbada de Lázaro Cárdenas y Presa de Infernillo, Mich.-Gro. México. Depto. de Pesca. Dir. Gral. de Acuacul., 264 pp.
- Schwitt, U.L., 1933. Notes on shrimp of the genus *Macrobrachium* found in the United States. Jour. Wash. Acad. Sci., Vol. 23 (6): 312-317 pp.
- Shankhata, V., 1976. A note on the change in egg weight during the early development of *Macrobrachium rude* (Heller). J. Indian Fish. Soc., India, 8: 109-110 pp.
- Shankhata, K., 1977a. Yolk utilization in the freshwater prawn *Macrobrachium lamarrei*. J. Anim. Morphol. Physiol., 24 (1): 13-20 pp.
- Shankhata, K., 1977b. The relation between body size and number of eggs in the freshwater prawn *Macrobrachium lamarrei*. (H. Milne Edwards) (Decapoda, Caridea). Crustaceana. 33 (1): 17-22 pp.
- Shepard, F.P., 1964. Submarine Geology. Harper and Row. 1973 pp.
- Shepard, F.P. y B.C. Moore, 1955. Central Texas coast sedimentation. Bull. Am. Assoc. Petr. Geol., Vol. XXXIX (8): 1463-1593 pp.
- Shukla, S., 1977. Abreviated metamorphosis of land locked freshwater prawn *Macrobrachium asperulum* from Taiwan. Annot. Zool. J.P.N., 50 (2): 110-122 pp.
- SN., 1975/76. Memoria del levantamiento hidrográfico para la carta OSN 646 del Puerto Lázaro Cárdenas, Mich. Sria. de Marina. Dir. Gral. Oceanog., México. 126 pp.
- SN., 1976/77. Estudio Geográfico de la región de Acapulco, Gro. Sria. de Marina. Dir. Gral. Oceanog., México. 315 pp.
- SN., 1978a. Temperatura y Salinidad de los puertos de México en el Océano Pacífico. Sria. de Marina. Dir. Gral. Oceanog., México 48 pp.
- SN., 1978b. Estudio de las características Hidrológicas en el Océano Pacífico y Golfo de California. Sria. de Marina. Div. Gral. Oceanog., México. 78 pp.

- SNM., 1971/80. Servicio Meteorológico Nacional. Dir. de Climatol., México. s/6 pp.
- Smith, H.M. y E.H. Taylor, 1966. Herpetology of México. Annotated checklist and keys to the amphibians and reptiles. Eric. Lundberg. Ashton, Maryland. 720 pp.
- Smitheman, R.W., Moss B.H. y E.L. Diaz, 1974. Observations on the Biology of *Macrobrachium americanum* Bate from a pond environment in Panama. 5 Th. Ann. Meet. World Mariculture Soc., Charleston, S.C. 12 pp.
- Snedecor, W. y G. Cochran, 1971. Métodos estadísticos. CECSA., México. 701 pp.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf, 1969. Biometry. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 776 pp.
- Sinobolia, L.V., 1966. Crecimiento y regulación de las poblaciones animales. EUDCEA. Buenos Aires. 257 pp.
- Stuardo, J. y A. Martínez, 1974. Programa de estudio de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Informe I etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 220 pp.
- Stuardo, J. y A. Martínez, 1975. Programa de estudios sobre uso de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Informe II etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 240 pp.
- Stuardo, J. y M. Villareal, 1976. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en algunas lagunas costeras de Guerrero, México. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 3 (1) 1-65 pp.
- Stuart, L.C., 1964. Fauna of Middle America. in Wauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle American Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 316-362 pp.
- Streeth, W.E., 1974. A review of the systematics and Zoo Geography of the fresh water species of palaemonetes of North America Crustacea Decapoda. Smithsonian. Contrib. Zool., (278): 1-27 pp.
- Suhramanian, P., S. Sasubaiyan y K. Krishnamorthy, 1980. Experimental study on the salinity tolerance of *Macrobrachium* larvae. Mar. Ecol. Prog. Ser. 3 (1): 71-74 pp.
- Tamayo, J.L. y R.C. Uest, 1971. The hydrography of Middle America. in Wauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle American Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 84-121 pp.
- Tanaka, S., 1938. A mathematical consideration of the effect of mortality and growth on a fish population. Bull. Tokai Fish. Res. Lab., (20): 11 pp.
- Truesdale, E.M. y W.J. Merrilland, 1979. The river shrimp *Macrobrachium ohione* (Smith) (Decapoda; Palaemonidae): its abundance, reproduction and growth in the Tchafalaya river basin of Louisiana. U.S.A. Crustaceana. 35 (1): 61-73 pp.
- Vázquez Y.C., 1971. La vegetación de la laguna de Nandinga, Veracruz. Ann. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. de México. Ser. Bot., 42 (1): 49-94 pp.
- Vega, V.M., L. Ruiz, A. Vega y S. Sánchez, 1981. El camarón *Leptodora caennariensis* (Palaemonidae): desarrollo embrionológico, contenido estomacal y reproducción controlada: primeros resultados. Rev. Lat. Acuí. México. No. 9. 1-43 pp.
- Viacava, C.M., S.R. Aitken, y J.U. Llanos, 1978. Estudio del camarón en el Perú. 1975-1976. Instituto del Mar del Perú, Boletín Vol.3. No.5. 232 pp.
- Villalobos, A.F., 1966. Estudio de los Palaemonidos de México. I. *Macrobrachium acanthochirus* n. sp. nov. del Sureste de México. An. Inst. Biol., Univ. Nat. Autón. México. Ser. Zool., 27 (1,2): 167-174 pp.
- Villalobos, A.F., 1969. Problemas de especiación en América de un grupo de Palaemonidos del género *Macrobrachium*. FAO. Fish. Rep., 3 (571): 1033-1066 pp.
- Villalobos, A.F., 1982. Decapoda. in Herlbert S.M. y A. Villalobos (Edit). Aquatic Biota of Mexico, Central America and West Indies. 215-239 pp.
- Villalobos, A.F., M.A. Zamora, J. Correa, J.L. Espinoza, y M.L. Nieto, 1982. Evaluación de la Disponibilidad de postlarvas de *M. tessellum* (Smith), determinación de sus posibilidades de semicultivo en las microregiones PIDER, Costa Grande y Atzacol del Estado de Guerrero. Informe Final. Deleg. Estat. de Pesca. Edo. de Guerrero. PIDER. 122 pp.
- Villareal, M., 1974. Relación entre macroinvertebrados bentónicos (Moluscos) y sedimentos en 3 lagunas del Estado de Guerrero. Programa de estudio de la Zona Costera de los Estados de Michoacán y Guerrero. Informe III etapa. Cent. de Cienc. del Mar. y Limnol., Univ. Nat. Autón. de México. 85 pp.
- Vivó, E.J., 1971. Weather and Climate of México and Central America. in Wauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle American Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 187-215 pp.
- Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biol., Vol. 10 (2): 181-213 pp.

- Von Bertalanffy, L., 1964 Teoría General de Los Sistemas. Fondo Cult. Econ., México. 311 pp.
- Von Name, V.G., 1936. The american land and freshwater the isopod Crustacea. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 71: 484-489 pp.
- Wagner, P.L., 1971. Vegetation of Middle America. in Vauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle Americans Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 216-215 pp.
- Walker, S.P., 1977. *Probopyrus pandalicola*? Discontinuous ingestion of shrimp hemolymph. Expp. Parasit. 41. 198-205 pp.
- Watherley, A.H., 1972. Growth and Ecology of fish populations. Academic Press. London. 293 pp.
- Welch, P.S., 1948. Limnological methods. Mc. Graw-Hill. 381 pp.
- Welch, P.S., 1952. Limnology. Mc. Graw-Hill. 538 pp.
- Wetzel, R.G., 1973. Limnology. Saunders. 743 pp.
- Wetzel, R.G. y G.E. Likens, 1979. Limnological analysis. Saunders. 357 pp.
- Weinborn, J.A., 1974. Prospección preliminar de la Fauna Carcinológica en el sistema lagunar costero del estado de Guerrero y Litoral de Michoacán, con referencia a las especies de importancia económica. Programa de estudio de la zona costera de los estados de Michoacán y Guerrero. Informe II etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. de México. 120 pp.
- Weinborn, J.A., 1975. Estudio preliminar de la Biología, Semicultivo y Ecología de los palmeridos de Zihuatanejo, Gro. *P. gracilis* y *P. inflatus* (Boavier). Programa de estudio de la zona costera de los estados de Michoacán y Guerrero. Informe III etapa. Cent. de Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nat. Autón. de México. 55 pp.
- West, C.R., 1971. The natural regions of Middle America. in Vauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle Americans Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 363-383 pp.
- West, C.R., 1971. Surface configuration and associated Geology of Middle America. in Vauchope, R. (Edit.) Handbook of Middle Americans Indians. Vol. I. Natural environment and early cultures. Univ. Texas Press. Austin. 33-83 pp.
- Wickens, J.F., 1974. Prawn Biology and culture. Oceanogr. Mar. Biol. Rev. 14: 435-507 pp.
- Williams, A.F., 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press. Washington. 755 pp.
- Willis, S.A. y V.H. Randolph y G.T. Eliason, 1977. Procc. 8th Ann. Meet. World Mariculture Soc. 655-665 pp.
- Wright, P.H., 1970. A guide to mexican mammals and reptiles. Minutae mexicana. México. 112 pp.
- Yañes, A.A., 1978. Taxonomía, Ecología y Estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras, del Pacífico mexicano. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México. Publ. Esp. 2. 306 pp.
- Zar, J.H., 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall Inc. New. Jersey. USA. 620 P.
- Zarur, E., 1982. Distribución y Abundancia de la Ictiofauna en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. Nat. Autón. de México. 117 pp.



- ANEXO





