

SERVICIO DE INVESTACIONES CIENTÍFICAS Y DE
EDUCACIÓN SUPERIOR DE ARGENTINA

EFFECTO DE LOS NUTRIENTES MINERALES
ESPECIALES DE AL CRUCEMENTO Y MARCHA
EVIDENCIA DE RESULTADOS DE PRODUCCIONES
EN CONDICIONES CONTROLADAS Y NATURALES
PROCESO DESCRIBIR AGRICULTAS (NUEVA)
ALTERNATIVA ALIMENTARIA

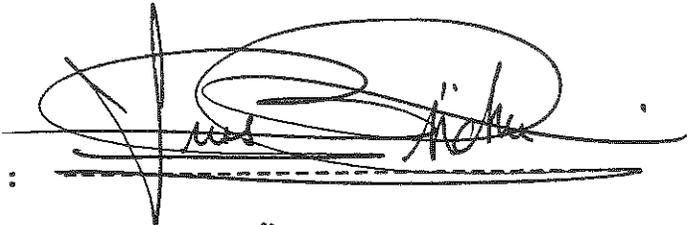
1964

1964

RESUMEN de La tesis de Ana Denise Re Araujo, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Abril de 1984.

Efecto de dietas alimenticias isocalóricas y temperaturas en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de Procambarus clarkii (Girard) (Crustacea, Decapoda): estudio en condiciones controladas y naturales probando desechos agrícolas como alternativa alimenticia.

Resumen aprobado por:


Dr. L. Fernando Bückle Ramírez
Director de Tesis.

Cultivo de juveniles de Procambarus clarkii alimentados con tres dietas isocalóricas que fueron: harina de sardina, harina de soya, harina de acelga y agar en diferentes porcentajes y mantenidos a temperaturas de 26 ± 1 grados centígrados, 24 ± 1 grados centígrados y 20 ± 1 grados

centígrados. Se diseñó un sistema experimental versátil, con un recambio continuo de agua, y autolimpieza por medio de tres filtros de carbón activado. El sistema fué de funcionamiento mixto, abierto, cerrado, o ambos, con capacidad de 150 cajas experimentales y 300 animales separados para evitar el efecto de canibalismo.

El tiempo experimental fué de 120 días. Durante este lapso se introdujeron 541 organismos provenientes de 8 diferentes camadas de hembras de La Bocana de Santo Tomás. Los organismos fueron sometidos a nueve tratamientos y las camadas se introdujeron conforme iban alcanzando un mes de vida.

Se obtuvieron datos continuos de temperatura, oxígeno, ph y amonio, se registró también la sobrevivencia y crecimiento por progenie en cada uno de los tratamientos.

Se correlacionó la sobrevivencia con la temperatura, encontrándose rangos de temperatura intolerantes para estos organismos (30-25 grados centígrados) y rangos aceptables para el crecimiento (22-18 grados centígrados).

Se identificó posteriormente un efecto tóxico de la malla galvanizada que introdujo una variable no esperada un metal pesado (Zinc) subproducto del material por deterioro dentro del sistema. Esta variable no fue medida. Se hizo un experimento de cinco meses en jaulas y en una poza de riego, probándose tres alimentos (papa-zanahoria, junco, lodo) en siete combinaciones.

Se midió temperatura, ph y oxígeno. Se estimó crecimiento, sobrevivencia y se administraron los alimentos cada 10 días. Se tuvo alto porcentaje de sobrevivencia y un buen crecimiento (Long. cefalotorax) con la dieta de zanahoria-papa.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA

Efecto de dietas alimenticias isocáloricas y temperaturas en
el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de Procambarus
clarkii (Girard) (Crustacea, Decapoda): estudio
en condiciones controladas y naturales
probando desechos agricolas como
alternativa alimenticia.

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta

ANA DENISE RE ARAUJO

Ensenada , B. C. Mayo de 1984.

AGRADECIMIENTOS

A mi Tutor y Director de Tesis Dr. L. Fernando Buckle R. por su apoyo durante la Maestría y en el trabajo efectuado en el Laboratorio de Acuicultura en el C.I.C.E.S.E.

AL Dr. Alejandro Chagoya por sus consejos y su valiosa experiencia que me permitieron una mayor comprensión de los procesos estadísticos.

A mis Sinodales : Dr Martín Celaya, a la Dra. Adriana Jorajuria, a la Mtra Ana Maria Escoffet y al Dr. Alberto Carvacho por sus inestimables sugerencias y consejos en la escritura de este trabajo.

A la P.O. Pilar Sanchez Saavedra por su valiosa aportación en el trabajo realizado en el Ejido Ajusco donde realizó su tesis de licenciatura y permitió con este consolidar esta Investigación en forma integral.

AL Dr. Katsuo Nishikawa por su asesoría e información en el aspecto de el efecto de metales pesados en el Cultivo Experimental.

AL Sr. Antonio Amador por la elaboración del cortador de alimento y de la charola utilizados en el experimento de laboratorio.

AL Dibujante y P.O. Sergio Ramos por su dedicación y eficiencia en la elaboración de los dibujos y tablas que integran este escrito.

AL estudiante de Oceanología Gerardo Re Araujo por su ayuda en los muestreos de Maneadero y el Ejido Ajusco.

A los Ejidatarios del Ej. Ajusco y al Sr. Pedro Mercado del Ej. de Maneadero que permitieron la utilización de sus pozas brindándome su absoluta confianza en mi Trabajo Experimental.

Al personal Académico, Técnico y Administrativo del C.I.C.E.S.E. por el apoyo que me fué brindado durante la permanencia en este Centro de Investigación.

Al C.O.N.A.C.Y.T. por el apoyo económico que me ofreció durante 1980 y 1981.

Al C.I.C.E.S.E. por proporcionarme una beca durante abril del 83 a febrero del 84.

CONTENIDO

Página :

I. INTRODUCCION	1
I.1. OBJETIVOS	5
II. ANTECEDENTES	7
II.1. NUTRICION	7
II.2. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	11
II.2.1. TEMPERATURA	11
II.2.2. OXIGENO	14
II.2.3. SALINIDAD	15
II.3. PARAMETROS BIOLÓGICOS	16
II.3.1. REPRODUCCION	17
III. OBSERVACIONES DE CAMPO	20
III.1. SANTO TOMAS	20
III.2. EJIDO AJUSCO	20
III.3. EJIDO URUAPAN	22
III.4. MEXICALI	22
III.5. ASOCIACIONES EXTERNAS	23
IV. EXPERIMENTO NUTRICIONAL EN CONDICIONES CONTROLADAS	26
IV.1. MATERIALES Y METODOS	26
IV.1.1. SISTEMA EXPERIMENTAL	26
IV.1.2. OBTENCION DE PROGENITORES	35
IV.1.3. CONTROL DE PROGENITORES	36
IV.1.4. OBTENCION DE JUVENILES	37
IV.1.5. PROCESAMIENTO DE LAS DIETAS	39
IV.2. RESULTADOS	43
IV.2.1. CONTROL DE PROGENITORES	43
IV.2.2. DIETAS	45
IV.2.3. CONTROL DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS	46
IV.2.4. SOBREVIVENCIA	54
IV.2.5. CRECIMIENTO	67
V. DISCUSION Y CONCLUSIONES	69
VI. EXPERIMENTO NUTRICIONAL EN CONDICIONES NATURALES	77
VI.1. INTRODUCCION	77
VI.2. MATERIALES Y METODOS	80
VI.3. DESCRIPCION DEL AREA	80
VI.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	82
VI.5. SUB-PRODUCTOS AGRICOLAS	85

CONTENIDO (cont.)

Página :

VII. RESULTADOS	89
VII.1. PARAMETROS FISICOS	89
VII.2. DIETAS	91
VII.3. SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO	91
VIII. DISCUSION Y CONCLUSIONES	105
IX. RECOMENDACIONES	108
LITERATURA CITADA	110
ANEXO I	117



LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Distribución geográfica mundial de <u>Procambarus clarkii</u> .	2
2 Distribución geográfica (Local) de <u>Procambarus clarkii</u> . Visitas realizadas en el Estado de Baja California Norte.	6
3 <u>Procambarus clarkii</u> (Girard) 1852.	25
4 Estanque experimental de fibra de vidrio.	27
5 Diseño del sistema experimental.	29
6 Caja experimental de acrílico, 2. Mallas plástica y acero galvanizado; 3. orificio; 4. Tapa; 5. malla doble en el fondo.	30
7 Distribución de las dietas y las temperaturas experimentales en cada sección del estanque.	31
8 Sistema de agua, distribución aireación y control de flujo en cada sección.	32
9 Detalle del sistema experimental, control de nivel de agua en cada sección.	34
10 Cortador de alimento y charola.	42

LISTA DE FIGURAS (cont.)

Figura	Página
11 Incidencia de apareamientos de <u>Procambarus clarkii</u> vs. tiempo en el Laboratorio de Acuicultura C.I.C.E.S.E.	44
12 Parámetros fisicoquímicos de la Sección I.	47
13 Parámetros fisicoquímicos de la Sección II.	49
14 Parámetros fisicoquímicos de la Sección III.	50
15 Velocidades de flujo en las tres Secciones .	53
16 Número de organismos en cada una de las Secciones vs. tiempo experimental.	56
17 Variación de temperatura vs. tiempo (17-I); Introducción de juveniles por progenie en la Sección I. % de sobrevivencia en las dietas A (17-IA); dietas B (17-IB); y en la dieta C (17-IC) vs. tiempo.	63
18 Variación de temperatura vs. tiempo (18-I); Introducción de juveniles por	64

LISTA DE FIGURAS (cont.)

Figura	Página
progenie en la Sección II. % de sobrevivencia en las dietas A (18-IA); dieta C (18-BI) y en la dieta C (18-IC) vs. tiempo.	
19 Variación de temperatura vs. tiempo (19-III); Introducción de juveniles por progenie en la Sección III. % de sobrevivencia en las dietas A (19-IIIA); en la dieta C (19-IIIB) y en la dieta C (19-IIIC) vs. tiempo.	65
20 Poza de Maneadero.- Municipio de Ensenada (vista de planta).	83
21 Jaula experimental utilizada en la poza de Maneadero.	84
22 Parámetros fisicoquímicos de la poza de Maneadero.	90
23 Porcentaje de alimento (zanahoria-papa), % administrado en las jaulas 1,2,3,5, y 7 vs. tiempo (meses).	92
24 Longitud de cefalotorax (cm) vs. tiempo (meses), porcentaje de sobrevivencia (%) vs. tiempo (meses), en las diferentes jaulas .	95-96

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I Juveniles obtenidos (crías) por hembra procedentes de la Bocana Santo Tomás que se introdujeron en los 9 tratamientos .	38
II. Análisis proximal de los componentes de las dietas.	41
III. Composición porcentual (%) de las dietas experimentales.	41
IV. Composición calórica (cal/ gr) de las dietas experimentales .	41
V. Número de replicas por tratamiento.	55
VI. Número de organismos introducidos por progenie y por tratamiento. (nt: número total de organismos de <u>P. clarkii</u> ni: número de organismos/hembra).	55
VII. Características producidas por efecto de las dietas y las temperaturas en los organismos de <u>P. clarkii</u> (expresada en %) durante el tiempo experimental.	58
VIII. Análisis de Varianza no paramétrico de	61

TABLA DE CONTENIDO (cont.)

Tabla	Página
dos vías de Wilson.	
IX. Análisis de Varianza de dos vías 50 % de sobrevivencia (progenie) y tratamiento.	66
X. Resumen de los datos de Crecimiento (Longitud de Cefalotorax) de los juveniles de <u>P. clarkii</u> mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura y alimento.	68
XI. Organismos introducidos en la poza de Maneadero.	81
XII. Número de jaula con su respectiva dieta asignada al azar.	86
XIII. Sobrevivencia % observada en las jaulas colocadas en la poza de Maneadero vs. tiempo (meses).	93
XIV. Medición mensual de crecimiento. Longitud de cefalotorax en cm. en cada jaula vs. tiempo (meses).	94
XV. Incremento neto (longitud de cefalotorax cm.) en cada jaula vs. tiempo (meses).	98
XVI. Análisis de varianza de dos vías (Snedecor y Cochran, 1967) a) Crecimiento mensual (long. cefalotorax en cm.) vs. Tiempo , b) % de sobrevivencia vs. tiempo.	100

I INTRODUCCION

Los astácidos son crustáceos decápodos de agua dulce con más de 300 especies distribuidas en todo el mundo. En América habitan gran parte de los arroyos y depósitos lacustres de Guatemala, México, Cuba y la vertiente occidental de los Estados Unidos (La Caze, 1976). Están también en Costa Rica y Nicaragua (América Central), en Europa (España) y en Kenia, Uganda y El Sudan (Fig.1).

Las últimas introducciones reportadas por Huner, 1978a indican que en Estados Unidos Procambarus clarkii fue extendido en Florida, Maryland, South Carolina, Virginia, California y Nevada con éxito en diferentes años entre 1957 y 1978. En laboratorios experimentales de Santo Domingo y Puerto Rico (Caribe) se están estudiando poblaciones de estos organismos.

En Sud América (Venezuela) 1200 adultos fueron embarcados provenientes de Louisiana en 1978.

Sistemáticamente están los Astacinae americanos emparentados con los Astacinae europeos y fueron considerados globalmente como especies del género Astacus. Posteriormente Bott (1950), estableció el género Pacifastacus y propuso un

nombre genérico para todos los astácidos del Oeste de Norte

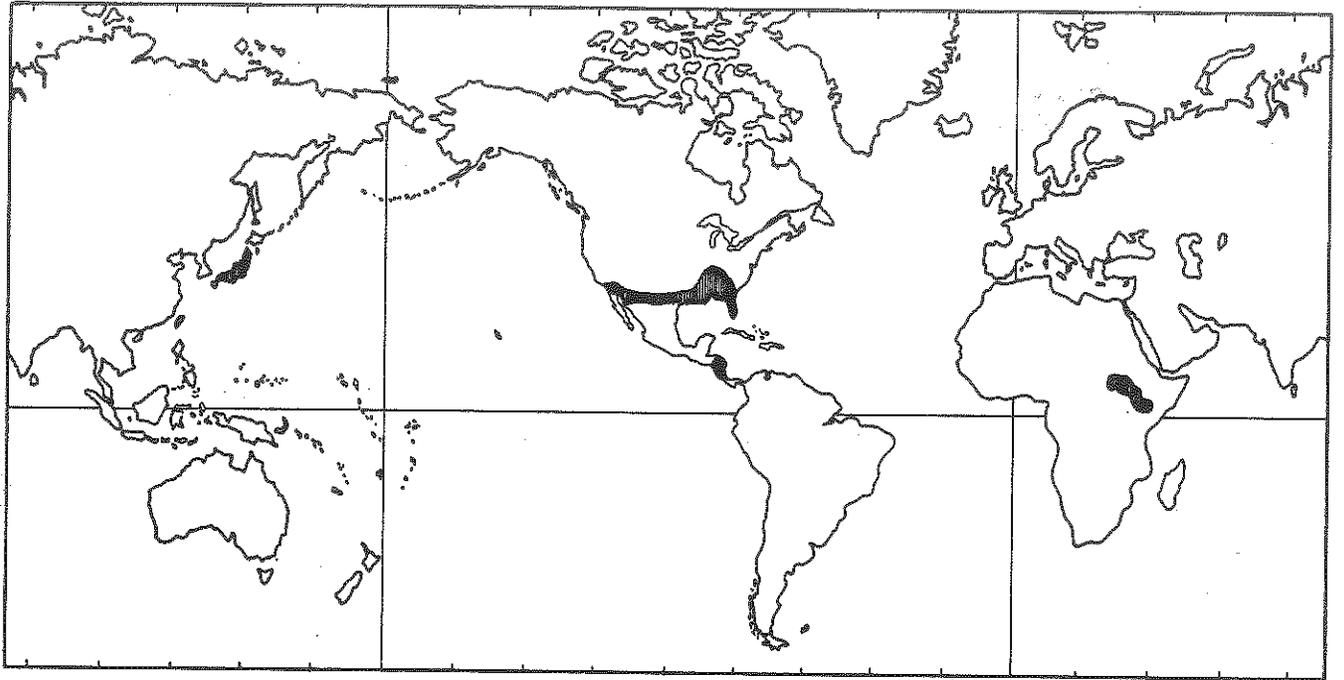


Fig. 1: Distribución geográfica mundial de *Procambarus clarkii*

América. Riegel (1958), reportó la presencia en California de cinco Astácidos que representan dos Subfamilias y tres géneros : Pacifastacus leniusculus (Dana), Pacifastacus klamathensis (Stimpson) y Pacifastacus nigrescens (Stimpson) (Subfamilia Astacinae) y a Procambarus clarkii (Girard) y a Orconectes virilis (Hagen) (Subfamilia Cambarinae).

Estudios sobre la sistemática de los astácidos en México, en particular los del sureste y centro del país fueron realizados por Villalobos, (1955), pero sus investigaciones no incluyen las especies del noroeste del país.

A estos organismos se les conoce con diferentes nombres vernaculares según su lugar de procedencia : mini-langosta, acocil, crayfish, mudburg, red swamp (Louisiana), cangrejo de piedra o de río y cauque (Sonora, Mex.). El tamaño fluctúa en animales adultos de 2.54 cm. a 31 cm de longitud (acocil australiano) (Avault y de la Bretonne 1970).

En los Estados Unidos se ha venido desarrollando una industria alimenticia basada en poblaciones naturales del cangrejo rojo de pantano (Procambarus clarkii) y del cangrejo blanco de río Procambarus acutus. Particularmente en el Estado de Louisiana es donde se produce el 99% de la captura (2.5 millones de kilogramos al año) (de la Bretonne, 1970).

Los pescadores del bagre (boca chica) de Louisiana (Osteichthyes, Ictaluridae) utilizan a los cangrejos de río como carnada. En cambio en el Japón, Hawaii y Australia algunos granjeros regionales lo consideran como una peste. México tiene acociles que desde tiempos Precolombinos fueron consumidos por la población indígena (Chavero, 1952).

En el segundo Simposium de La Asociación Latinoamericana de Acuicultura realizada en México en 1978, se hizo patente la necesidad de considerar a los astácidos como fuente de producción al alcance de poblaciones humanas del medio rural de escaso poder adquisitivo, no obstante que algunas especies pueden ser consumidas en restaurantes de lujo, donde los platillos internacionales con estos crustaceos son parte del menú (Huner, 1976b). Actualmente es poco consumido por aquellas personas que lo tienen a su alcance, las cuales lo aprecian, sin embargo, no han reparado en él como un recurso que tiene importancia económica, nutricional y potencialmente como una fuente de trabajo. Hasta el momento no se ha desarrollado una Biotecnología para el cultivo regional de las especies mexicanas.

I.1 .OBJETIVOS

Se planteó el estudio de los astácidos de Baja California con el fin de desarrollar una Biotecnia adecuada para el cultivo de las especies nativas.

Es en este sentido que se promovió la búsqueda de una Biotecnia original apropiada para fomentar el cultivo de esta especie, a nivel de las comunidades agrícolas en sus pozas de riego y/o tierras no cultivables de tal manera que obtengan un beneficio directo.

A partir de las crías obtenidas de la población de la Bocana de Santo Tomás (Fig.2) se experimentó la administración de tres dietas y tres temperaturas (9 tratamientos) para conocer su efecto en el crecimiento, sobrevivencia y frecuencia de muda en el astácido Procambarus clarkii

Se ensayaron combinaciones de dietas con una calidad proteínica máxima, que representaran el comportamiento omnívoro de estos organismos para determinar que tipo de proteína animal o vegetal era la mas eficiente.

Se le dió gran importancia a la utilización de

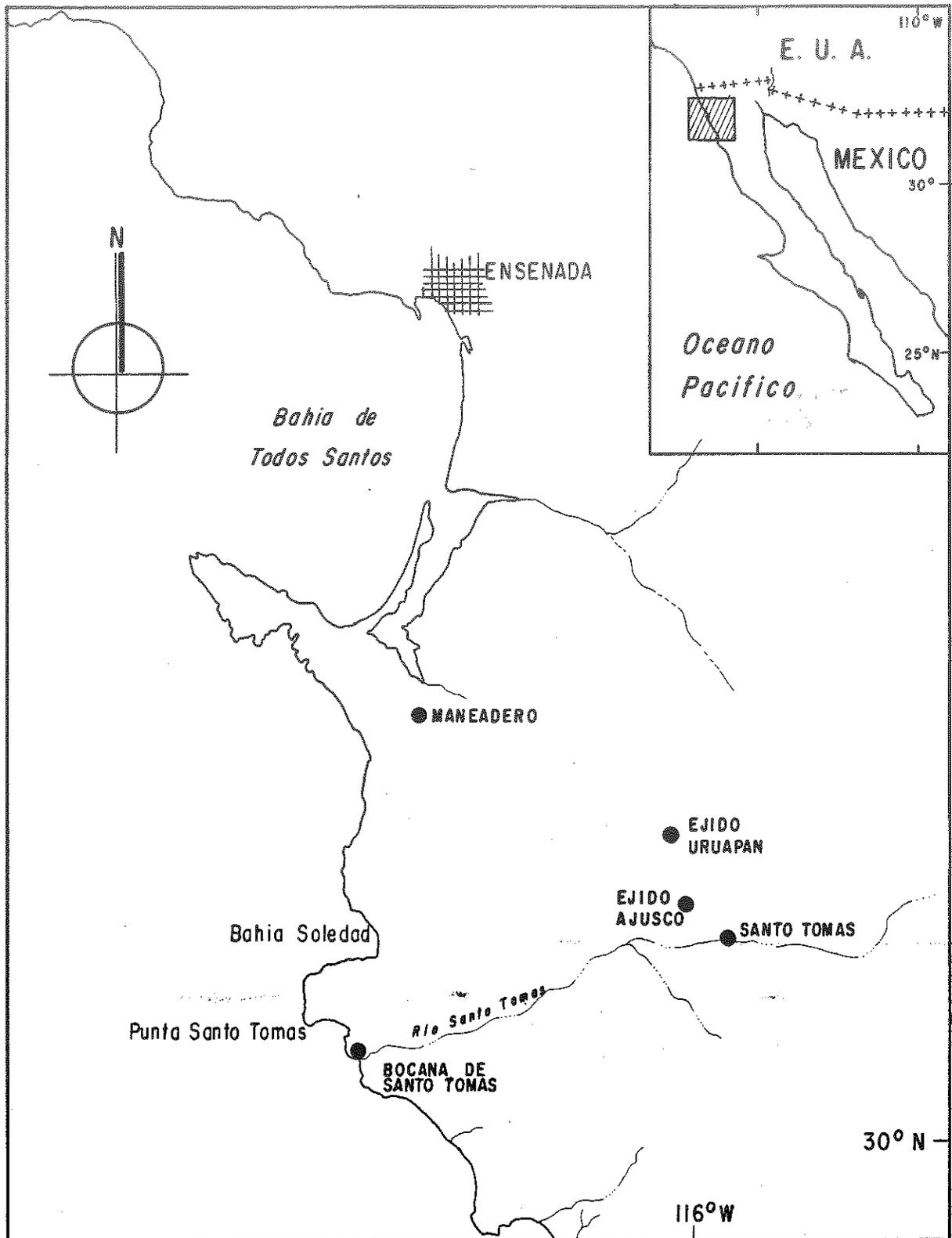


FIG. 2.- Distribución geográfica (local) de *Procambarus clarkii*. Visitas realizadas en el Estado de Baja California Norte.

alimentos existentes en áreas agrícolas de la región (Manadero y San Quintín) que fuesen económicos y que en lo posible fueran desechados por los horticultores. Estas dietas se probaron en el laboratorio y en el campo (Manadero). En el laboratorio se probaron dietas de proteína vegetal y animal y en el campo diversos desechos de la agricultura regional.

En ambos lugares se hicieron algunas observaciones sobre la etología de adultos y juveniles.

II ANTECEDENTES.

II.1 NUTRICION

Muchos investigadores han alimentado a los langostinos con una amplia variedad de alimentos. Los resultados han sido en general exitosos debido a que estos organismos son omnívoros en la etapa adulta. Los estadios juveniles son carnívoros, alimentándose de insectos acuáticos y animales muertos. Cuando maduran sexualmente cambian por una dieta constituida en su mayor parte por

vegetales y detritus, aunque siguen prefiriendo la carne fresca (presentándose canibalismo) o la carne que se usa como carnada, (La Caze, 1976, Miller y Van Hyning, 1970). En ausencia de proteína animal comen la vegetación porque es la de más fácil acceso o de mayor disponibilidad lo que los definiría como consumidores oportunistas

Mason (1963) reportó que los organismos pequeños de Pacifastacus_trowbridgii consumen el 65 % de materia animal, sin embargo, los adultos hasta el 80 % de su dieta es materia vegetal; y a pesar de ser oportunistas eran selectivos en cuanto a la vegetación, prefiriendo hojas de maple y de aliso con respecto a las hojas de roble o de fresno (Mason, op cit.).

En el Estado de Louisiana (Estados Unidos), las pozas con P. clarkii (en madrigueras) ya drenadas son a menudo sembrada con plantas forrajeras (paja, alfalfa o maiz) que además de servir como pastura para el ganado, se utiliza para alimentar a los cangrejos de río (La Caze, 1976). Otras plantas forrajeras incluyen la alfalfa, el pasto de Bermuda, el sorgo, el trebol blanco y el mijo, también buenas, tanto para alimentación del ganado como para P. clarkii. Existe el inconveniente, que los cereales y granos en general atraen a patos silvestres y perjudican el cultivo de los langostinos, porque los patos

sobrefertilizan las pozas con sus excretas incrementando la demanda de oxígeno.

En el caso del arroz, este es cosechado con los langostinos y el rastrojo se utiliza como pastura (La Caze, 1976; Chien y Avault, 1978; Anonymus, 1980). Miltner y Avault, 1980 encontraron que el arroz es superior al mijo como forraje y Anonymus (1980) reporta que la hoja de arroz cosechada es más productiva que el arroz segado. Una producción extremadamente buena resulta al añadir excremento de gallina a las pozas. Además del uso del arroz como forraje.

Romaire y Huner (1978) encontraron un incremento del crecimiento de los langostinos alimentados con las plantas con Polygonum_spp y Jussiaea_sp en comparación con el heno (Cynodon_dactylon) en dos diferentes densidades (6 y 12 organismos por m²) que no afectaron la sobrevivencia. Además establecieron que el suplemento alimenticio puede incrementar el crecimiento en una población raquítica de Procambarus_clarkii y en ausencia de éste también por medio de la disminución en el número de organismos por m².

Entre las plantas acuáticas y semi-acuáticas que también son buenos alimentos para el langostino incluyen la maleza de lagarto (Alternanthera_philoxeroides), el

pasto lagarto, la vellorita de agua, la persicaria (Polygonum sp), la lenteja de agua y la parra de la vid (Clark et al. ,1974; La Caze,1976).

Goyert y Avault (1977) compararon varios subproductos de la agricultura como suplementos para alimentar a P. clarkii entre los cuales se encuentran la enredadera de la papa dulce que produce el mas alto peso final de langostinos, el rastrojo de arroz, heno, arroz, combinaciones con rastrojo de soya y tallo de caña de azucar.

En las regiones de Maneadero y San Quintín (Baja California Norte), existen muchos subproductos de la agricultura regional suceptibles de ser aprovechados en el cultivo de Procambarus clarkii como por ejemplo, la papa, el chile, la zanahoria (Daucus carota), el jitomate, la vid, la fresa, calabaza y otras de menor importancia.

En terminos generales, la factibilidad de la utilización de dietas a base de desechos de la agricultura, o de pescado o harina de pescado dependen del costo, del transporte, de la disponibilidad y del precio comercial.

II.2. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS.

II.2.1. TEMPERATURA

La temperatura es uno de los parámetros que afectan en mayor grado a los organismos, ya que todas sus respuestas fisiológicas como el metabolismo, la tasa de respiración y de asimilación, se ven aceleradas o disminuidas por los rangos de temperatura.

La población de Procambarus clarkii en Louisiana Estados Unidos crece mejor a 15.6 grados centígrados (60 F) en el rango inferior y en el superior óptimo es de 21.9 - 29.4 grados centígrados (70 - 85 Farenheit) dependiendo de la disponibilidad del alimento) Avault et al., 1974; La Caze, 1976, Goyert y Avault, 1977). Temperaturas inferiores a los 7.2 grados centígrados (45 F) reducen dramáticamente el crecimiento (La Caze, 1976). Por el contrario, (Wright en Anón., 1980) argumentó que P. clarkii se mantiene mejor en aguas frías y pierde vitalidad en temperaturas superiores los 80 F, tolerando los 30 F encontrándose aún en pozas congeladas con amplias variaciones de temperatura.

Huner, (1978b) menciona que temperaturas inferior a los 10 grados centígrados afectan el crecimiento y la alimentación reduciéndolos lentamente (Chien y Avault, 1980).

Huner y Avault (1976a) describieron el efecto de la temperatura sobre el ciclo de muda, el cual puede reducirse de 24 días que es el tiempo normal, hasta 13 días en organismos de una talla de longitudes de 50-60 mm. a 26 C.

Orconectes sp vive y se multiplica en los rios de Ohio (Estados Unidos) en rangos de temperatura que fluctúan de 14.9 a 17.8 grados centígrados (Fielder, 1972). Orconectes causeyi tiene una gran tolerancia a cambios de temperatura viviendo desde cesa y aún interfiere con la pre-ecdysis dentro del rango de 10 a los 15 grados centígrados

Orconectes spinosus y Cambarus bartonii bartonii han sido encontrados en los rios del Estado de Virginia (Estados Unidos) a temperaturas desde 1.7 -18.3 grados centígrados

Coykendall (1973) determinó que a 24 grados centígrados se presentaba un efecto adverso sobre la

tasa de crecimiento, sobrevivencia y ciclo de muda en organismos sub- anuales (juveniles) y anuales (adultos) de Procambarus_trowbridgii. En general los organismos adultos fueron ligeramente menos tolerantes a altas temperaturas que los pequeños, siendo las hembras más resistentes que los machos. En el proceso de muda los organismos fueron más susceptibles a la temperatura alta y al stress y aún en este caso las hembras ovigeras fueron más fuertes (Becker et al., 1975)

Mason (1978) reporta que la temperatura tuvo el efecto más grande sobre el crecimiento del estadio II de los juveniles a 21 grados centígrados siendo este efecto aún de mayor intensidad que los provocados por el de fotoperiodo o substrato. La mayor sobrevivencia de organismos de Procambarus_leniusculus_leniusculus en los estadios II y III ocurrió en el rango de 15-18 grados centígrados

Coykendall, (1973) observó en organismos de P.trowbridgii que el mejor crecimiento sucedía a 20 grados centígrados y también la máxima sobrevivencia. La temperatura y el fotoperiodo en condiciones naturales se encuentran estrechamente relacionados y tienen un efecto interactivo sobre el crecimiento (Mason, 1978).

II.2.2. OXIGENO

El oxígeno es un factor que afecta el crecimiento, la sobrevivencia el comportamiento y la reproducción de los Astácidos.

La concentración del oxígeno en cualquier cultivo, es de vital importancia ya que este parámetro es el principal regulador de la vida. Si no se controla puede ocasionar la muerte de toda una población.

Las bajas concentraciones de oxígeno pueden estar asociadas a altas temperaturas ya que la solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, afortunadamente el comportamiento de los astácidos de subir a la superficie puede salvar a los organismos de condiciones ambientales adversas. La alta densidad de organismos también afecta el oxígeno disponible en cultivos extensivos o en trampas de captura. En un cultivo esto se puede evitar con densidades óptimas. La mortalidad por anoxia dentro de las trampas se puede

evitar con estructuras que permitan a los animales subir a la superficie (Avault et al., 1974).

II.2.3. SALINIDAD

La Caze (1976) enlistó las tolerancias a la salinidad durante los diferentes estadios de vida de Procambarus clarkii, en niveles que no limitan la producción.

desove y eclosión	4-8 ppm
crecimiento invierno	4.7 ppm (juveniles)
crecimiento primavera	3-8 ppm.

Los cambios bruscos de la salinidad pueden tener un efecto dañino en la producción. Organismos recién eclosionados son altamente intolerantes tanto a bajas como a altas salinidades (10, 15, 20 y 30 ppm) (Loyacano, 1967). Sharfstein y Chafin, (1979) establecieron que organismos de talla de 3-4.5 cm. en salinidades de 0-12 ppm pueden sobrevivir y crecer. Sin embargo, las tasas de crecimiento se encontraron inversamente relacionadas a la salinidad dentro y sobre el rango de 3 y 9 ppm. En individuos de 4-5 cm. el

crecimiento se vió incrementado en las salinidades de 10 ppm y sobre de ésta y esto puede ser debido a la mayor disponibilidad de minerales esenciales (Loyacano, 1967).

Los individuos en estadio de muda son más suceptibles al aumento de salinidad incrementándose la mortalidad, sin embargo, de 10-25 % de agua de mar no se tuvieron efectos adversos cuando los cambios salinos son marcados y durante periodos largos, pero fluctuaciones repentinas tienen un fuerte efecto sobre la sobrevivencia (Coykendall, 1973).

II.3. PARAMETROS BIOLÓGICOS

II.3.1. REPRODUCCION

En condiciones naturales el tiempo de madurez sexual varía según las condiciones ambientales y también de la especie. En el caso de Procambarus clarkii y de P. acutus la reproducción es aparentemente continua, la cópula se presenta en cualquier momento y así se observan ondas de reclutamiento de juveniles con producción múltiple (Penn, 1943; Huner, 1974,75, 1978; de la Bretone, 1976).

Pero en forma general, el apareamiento ocurre en primavera y el desove al principio de verano (antes o después de que las hembras entren a sus madrigueras). Al finalizar el verano en Louisiana la mayoría de las pozas se drenan de manera artificial o por desecación. En las madrigueras, los huevos eclosionan y los juveniles se separan de la hembra al finalizar el otoño (Penn, 1943; Huner, 1976a). El período de gestación en Procambarus clarkii es corto (Black y Huner, 1979). Del desove a la eclosión el tiempo es de 17 a 21 días (Wright, 1980). Durante este trabajo se observaron lapsos de 28 a 32 días bajo condiciones de laboratorio lo que no asemeja animales cultivados en

madrigueras, si no en estanques los cuales siempre estuvieron con agua.

Algunos autores proponen para la producción de crías, la sincronización del desove por medio de control de temperatura y el fotoperíodo, esta manipulación permitiría una época de desove menos continua (Nelson y Dendy, 1978).

Los huevos de las hembras ovígeras pueden ser removidos y cultivados aparte, pero esto ocasiona una elevada mortalidad por lo que Nelson y Dendy (1979) sugiere no alimentar a la hembra durante la incubación para prevenir la aparición de hongos saprofitos y remover a los juveniles después de la eclosión.

Antes de la eclosión puede determinarse la fertilidad de los huevos por su coloración. Si tienen un color rojo fuerte son fértiles pero si son anaranjado claro o blanco no son viables.

Penn (1943) estableció que algunos huevos se pierden por ser infértiles y otros por problemas generados en la sujeción inadecuada con el pleón de la hembra, por eso los huevos que se desprenden tienen muy pocas posibilidades de sobrevivir. Esto fué

comprobado, en esta experiencia, en el laboratorio con los huevos de una hembra que después del desove no logró fijarlos al pleón. Con los huevos libres se intentó seguir el desarrollo, pero la mortalidad fue muy alta y solo se logro que eclosionaran.

Sólo cuando hayan transcurrido de 15 a 20 días de la eclosión los juveniles deben ser separados de la hembra y ponerse en los acuarios, evitando altas densidades para prevenir un excesivo canibalismo, que se puede presentar si los juveniles están viviendo con la hembra mucho tiempo. El canibalismo ha sido observado en individuos tan pequeños como 1 cm. de largo en Procambarus leniusculus y en P. clarkii por Hutton (1973) y Nelson y Dendy (1979), respectivamente.

III. OBSERVACIONES DE CAMPO

III.1. SANTO TOMAS

Durante el año de 1982, se hicieron algunas visitas de prospección en el Estado de Baja California, principalmente en el Municipio de Ensenada. El primer lugar que se visitó fue Santo Tomás porque se sabía con certeza de la existencia de una población de Astácidos Procambarus clarkii (Fig.2) ubicado a 41 km. al Sur de la Ciudad de Ensenada es un pequeño manantial. Desafortunadamente, debido a las fuertes lluvias del invierno precedente la población ya había sido dispersada y no se encontraron animales debido a que todo el paisaje se había modificado.

III.2. EJIDO AJUSCO

El siguiente lugar visitado fue el Ejido Ajusco ubicado a 40 km. de la Ciudad de Ensenada (Fig.2) y a 2 km de Santo Tomás. Este Ejido también tiene un manantial (Santa Gertrudiz), este conserva un filtro construido por

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos hace 20 años. En esta localidad se encuentra asentado un grupo humano desde hace 50 años y el manantial les provee de agua potable, para uso doméstico y para el riego.

En esta localidad los pobladores introdujeron hace 20 años un grupo de Procambarus clarkii traídos de la Bocana de Santo Tomás (a 25 km al sureste del Ejido).

El manantial de Santa Gertrudiz es de forma irregular con dimensiones aproximadas de 15.5 x 20.0 m. Se encuentra rodeado de vegetación lo que genera un microclima muy particular, diferente de los alrededores que es mas bien seco semidesertico, clima común en esta Latitud 30 34' Lat Norte y 116 27' Long. Oeste.

Se inició el estudio de esta población de astácidos sin perturbar su ambiente, pero observando todos los parámetros biológicos, etológicos y nutricionales que fuesen posible. Se proyectó estudiar la población referida durante todo un año.

III.3. EJIDO URUAPAN

Este lugar se encuentra a cuatro kilómetros antes del Ejido anterior y se visitó en verano de 1983, y tiene una población humana mayor. Aquí también se encontraron organismos de Procambarus clarkii. Estos se observaron en un arroyo que está a un lado del pueblo, algunos estaban dentro de madrigueras construidas de lodo en las margenes del río.

Los pobladores de este lugar los comen y algunas veces los venden a turistas americanos.

Se observó claramente que las fluctuaciones en la cantidad de agua del río, obligan a los astácidos a buscar refugio y construir madrigueras.

III.4. MEXICALI

Por último se realizó un viaje a la Ciudad de Mexicali, buscando corroborar la información de la presencia de astácidos en los canales de riego de esta Ciudad.

Por otra parte, interesaba mucho verificar si estos organismos eran del mismo género que Procambarus sp, ya que las referencias hablaban del género Pacifastacus. En efecto, se encontraron los cangrejos de río en los canales pero pertenecían al género Procambarus clarkii y no se observó ningún Pacifastacus sp.

Los agricultores de esta región los atrapan con redes y los aprecian por su exquisito sabor.

III.5. ASOCIACIONES EXTERNAS

Durante los muestreos mensuales que se hicieron en el Ejido Ajusco en el Manantial de Santa Gertrudiz, se observó la presencia de ectoparásitos Branchiobdelidos (Anellida, Clitellata) (Holt, 1976 en Johnson, 1977). Estos se presentan principalmente en astácidos como Procambarus clarkii pero también se han encontrado en cangrejos de agua dulce y cangrejos de agua salobre que han estado en contacto con agua dulce. Además se ha reportado su presencia en camarones de agua dulce en China y sobre pequeños crustáceos isópodos, ampliamente distribuidos en el Hemisferio Norte (Johnson y Avault, 1977).

Los cocones con huevecillos de los Branchiobdellidos se depositan sobre los astácidos mas grandes, usualmente en la parte baja de la cola o en la parte superior del rostrum (Fig.3). La transferencia de los ectoparásitos de un organismo a otro ocurre cuando los crustáceos hacen contacto corporal (Holt,1976 en Johnson,op cit.).

En general los Branchiobdellidos se consideran como comensales, excepto aquellos que se sujetan en las branquias de sus hospederos, esto es aún incierto siendo mas bien juzgados como parásitos (Holt,1976).

Cuando los astácidos se sumergen en agua con sal o se hierven para ser preparados para comerse, los Branchiobdellidos son removidos, pero aunque accidentalmente fuesen ingeridos con la carne de P.clarkii, esto no presentaría peligro alguno para la salud.

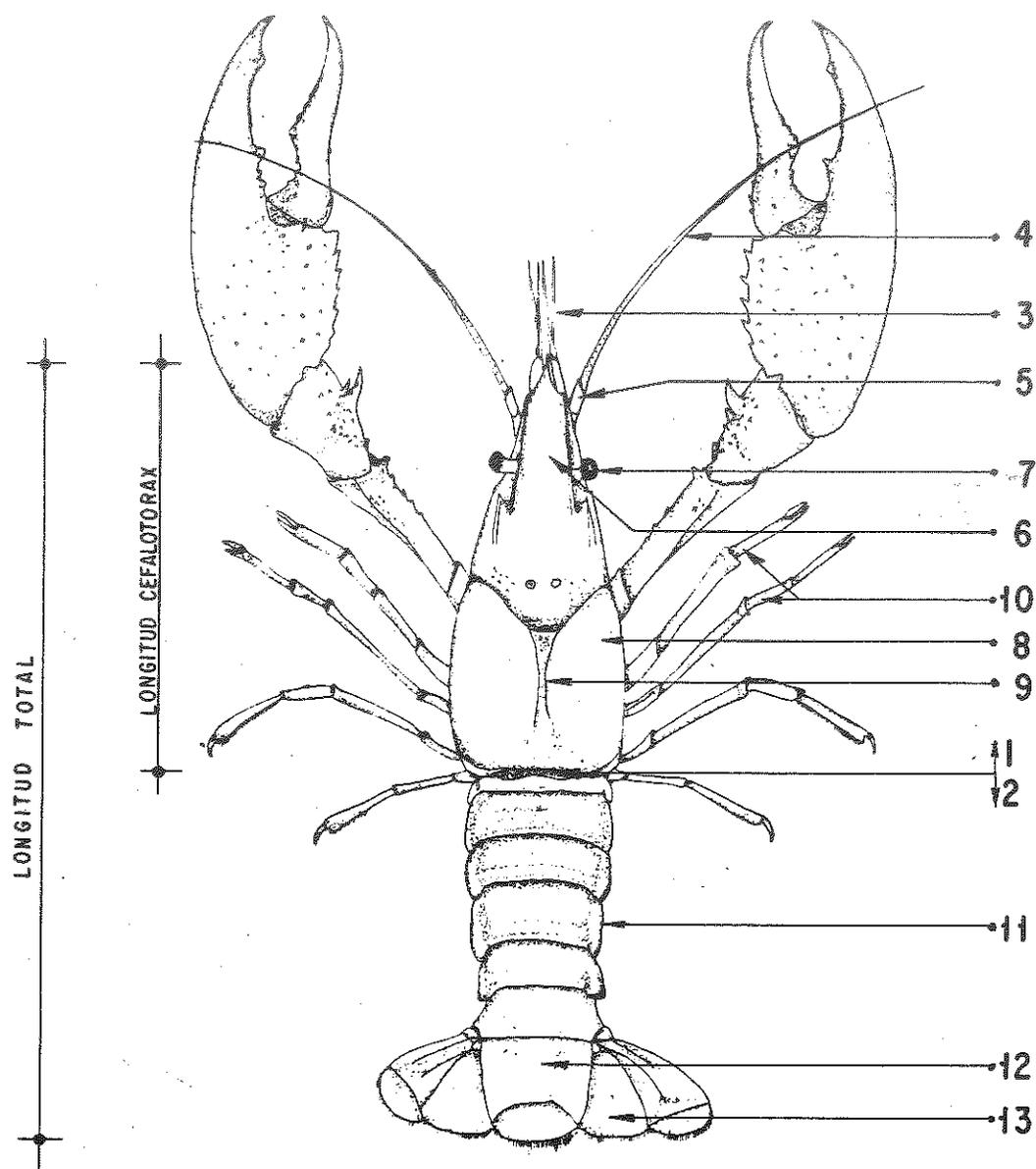


Fig. 3- *Procambarus clarkii* (Girard) 1852

- | | |
|---------------------|--|
| - 1) Cefalotorax | - 8) Caparazón |
| - 2) Abdomen | - 9) Areola |
| - 3) Antenulas | - 10) Pereiopodos (uno de los cuales
modificado como quela) |
| - 4) Antenas | - 11) Segmentos abdominales |
| - 5) Espina antenal | - 12) Telson |
| - 6) Rostrum | - 13) Uropodos |
| - 7) Ojo | |

IV. EXPERIMENTO NUTRICIONAL EN CONDICIONES CONTROLADAS

DE LABORATORIO

IV.1. MATERIALES Y METODOS

IV.1.1. SISTEMA EXPERIMENTAL

El diseño experimental comprendió un sistema para cultivar organismos de agua dulce bajo condiciones controladas de temperatura y oxígeno, permitiendo operar simultáneamente con 300 animales y someter grupos de 100 a tres condiciones de temperatura y tres dietas. Este sistema, dividido en tres secciones, puede funcionar eficientemente utilizando las secciones en forma independiente o simultánea. El diseño comprende fundamentalmente un estanque de fibra de vidrio de 0.74x 2.50x0.15 m., dividido en tres partes con dos paredes de acrílico transparente de 0.8 cm. de grosor unidas al estanque con resina para impermeabilizar y aislar las secciones (Fig.4). El estanque tiene un doble fondo de enrejado de plástico

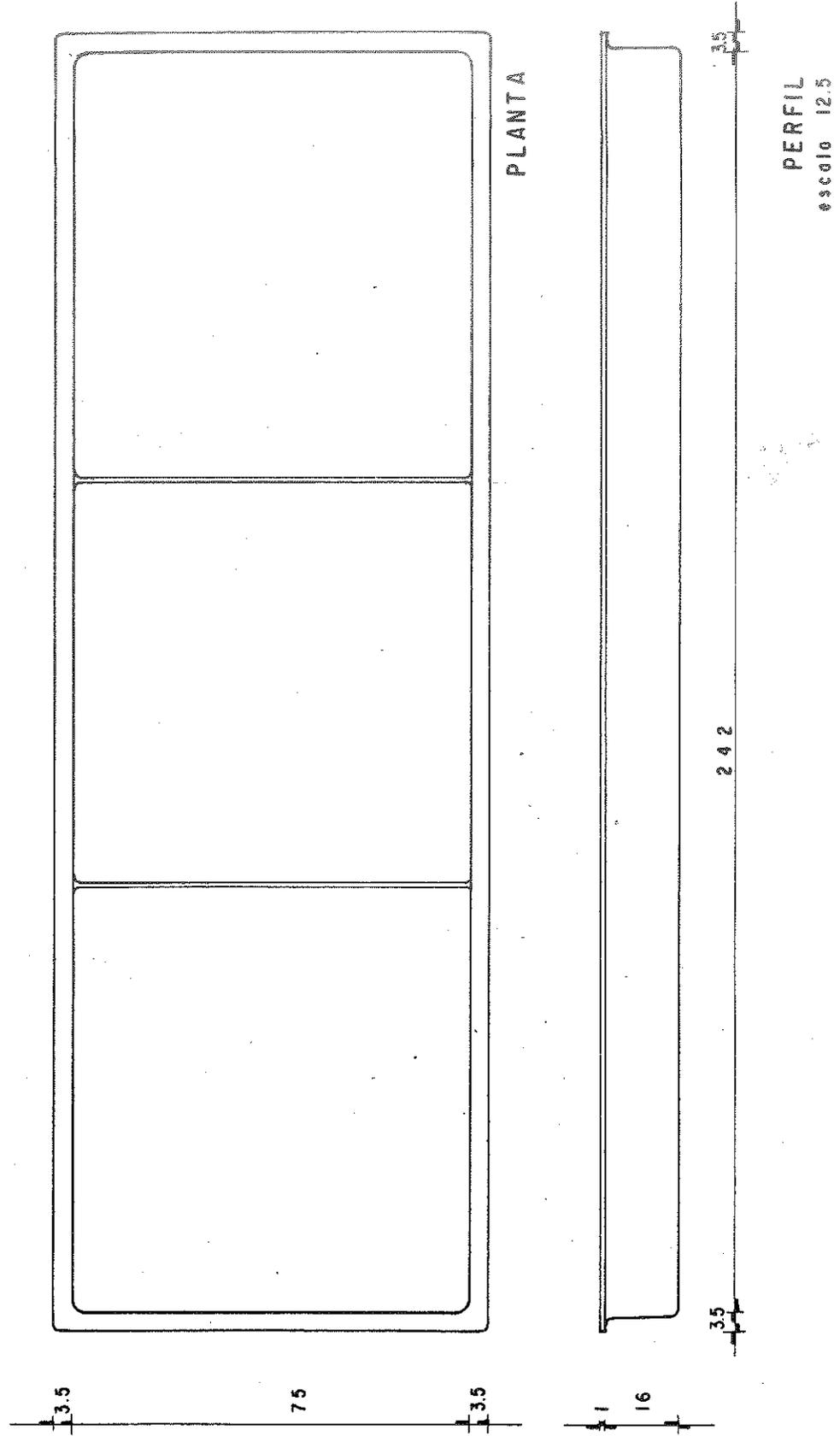


Fig. 4: Estanque experimental de fibra de vidrio

(Fig.5-1) que sirve para separar las cajas experimentales (Fig.6) del fondo permitiendo que las excretas y el alimento no digerido fluyan hacia el desagüe (Fig.5-2). Cada sección tiene su propio sistema de desagüe (Fig.5-2) y una capacidad para 50 cajas de acrílico transparente de 9x9x11.5 cm. (Fig.6-1). Cada una de ellas fué dividida longitudinalmente en la mitad con una doble pared de mallas, una plástica con luz de 1 mm. y otra de acero galvanizado con luz de 3mm. (Fig.6-2). Esta doble malla también cubría el fondo de la caja (Fig.6-5) que fué perforado con un orificio de 7 cm. de diámetro que permitió la circulación del agua libremente, pero impedía la salida de los organismos (Fig.6-3). La tapa de acrílico también fué perforada (Fig.6-4), con dos orificios uno para la entrada de agua y otro para administrar el alimento. Las 50 cajas que tuvo cada sección se subdividieron en tres grupos y se designaron con una combinación numérica y alfabética para diferenciarlas por su dieta correspondiente (Fig.7)

El agua dulce se introdujo al sistema por la parte superior donde primero se aireaba con un burbujeador (Fig.8-1) después pasaba a otra cámara donde eran atrapadas las burbujas (Fig.8-2) para continuar a los tubos de distribución (Fig.8-3) que se construyeron

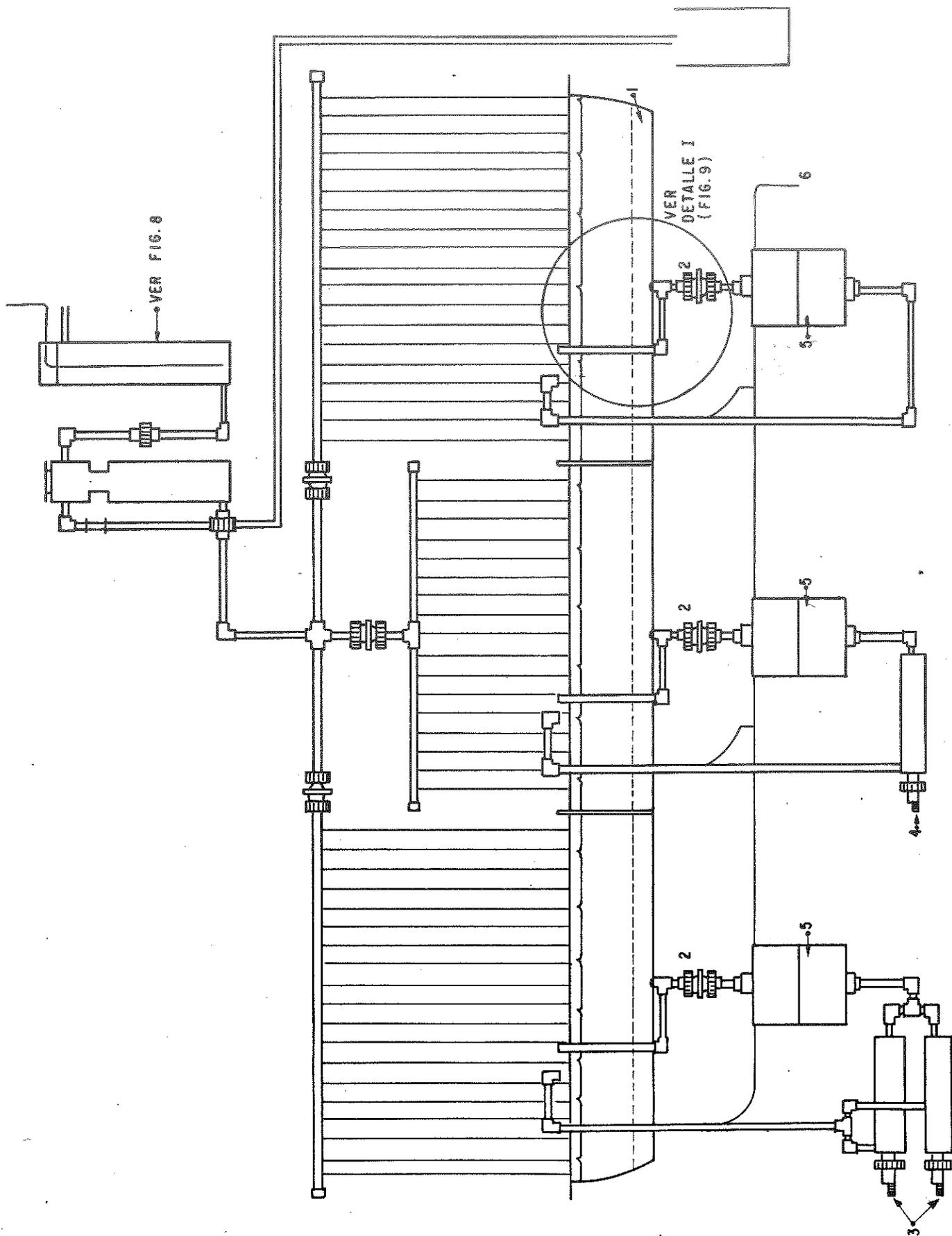


FIG. 5.— Diseño del sistema experimental.

4 TAPA CON 2 ORIFICIOS PARA INTRODUCIR GOTEO

'PERFIL'
Escala 1:1.25

2 MALLA METALICA "LUX"
PARA DIVIDIDIR EN
DOS COMPARTIMIENTOS

'PLANTA'
a 1:1.25

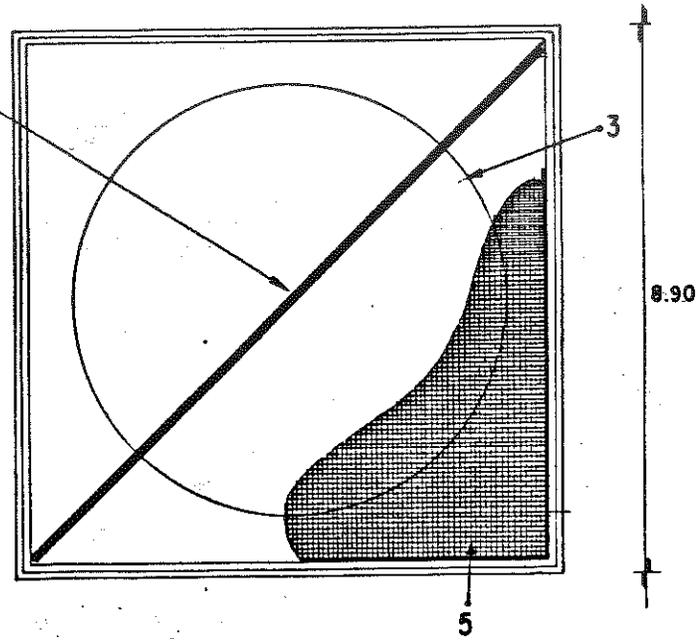
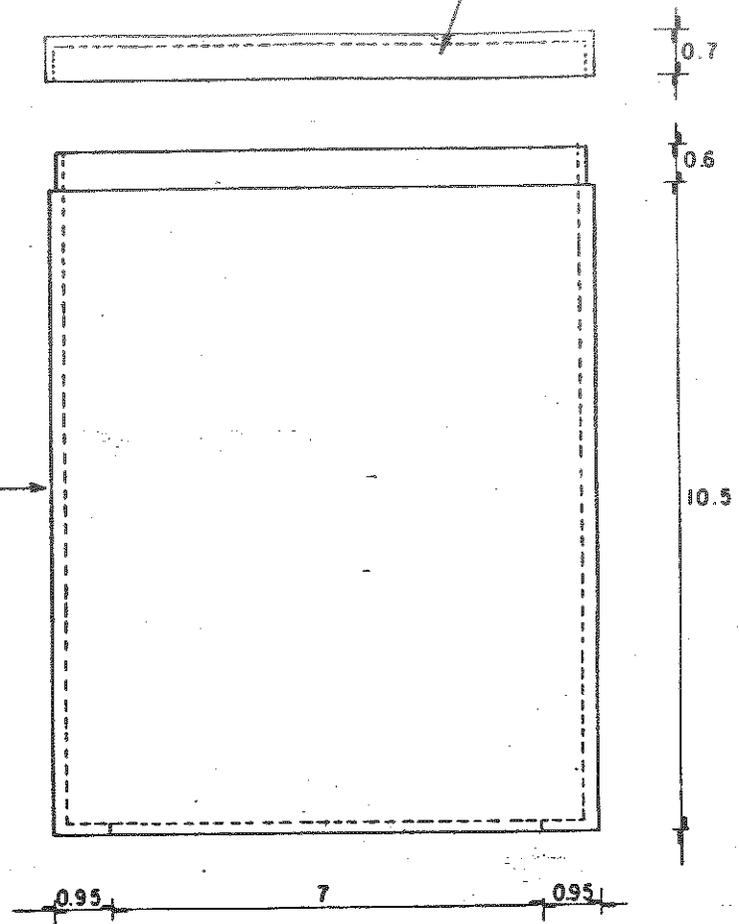


Fig. 6: 1. Caja experimental de acrilico ; 2. Mallas plastica y acero galvanizado ; 3. Orificio ; 4. Tapa ; 5. Malla doble en el fondo.

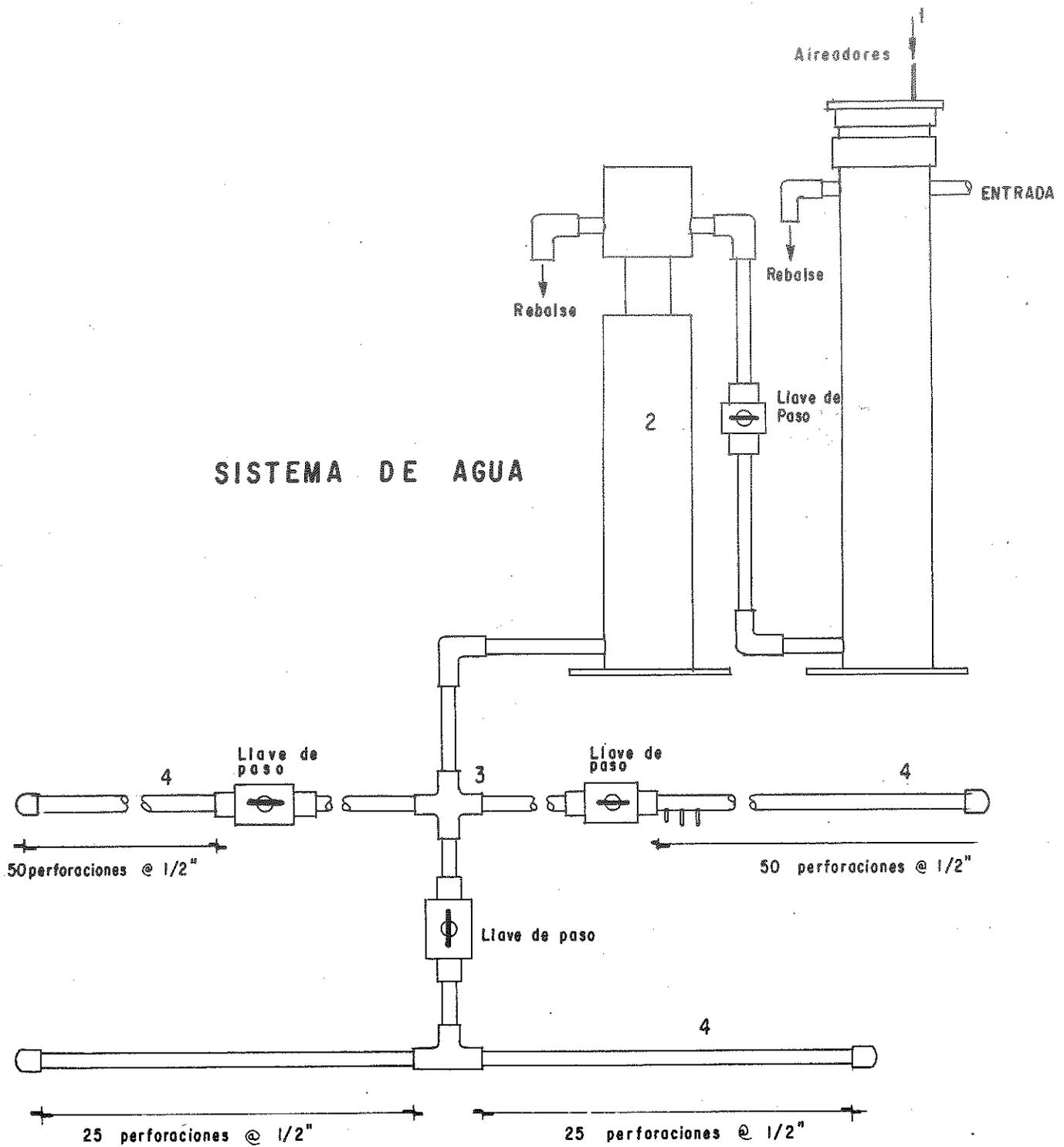


Fig. 8- Sistema de agua, distribución, aireación y control de flujo en cada sección.

con de PVC de 3/4 de pulgada. En cada sección un tubo repartidor con cincuenta mangueras que hacía llegar el agua a cada caja (Fig.8-4).El sistema tenía un control de niveles que controlaba la salida y la entrada de agua (Fig.9). La velocidad del fluido determinó la temperatura de cada sección.

La primera sección tiene dos termostatos (Fig.5-3) que mantenían la temperatura en un rango de 18 a 30 grados centígrados, la segunda sección intermedia con un solo termostato (Fig.5-4) trabajaba de 18 a 26 grados y la tercera sin termostato ya que en ésta se probó la temperatura ambiental, la cual está regida por el aire acondicionado del laboratorio regulado de 20-22 grados centígrados.

Las tres secciones tienen desagües independientes (Fig.5-2) conectados a filtros de carbón activado (Fig.5-5) que limpian el agua y la regresan a la sección correspondiente por medio de un elevador vertical (air-lift) (Fig.5-6). Todas las partes hacen que el sistema en su totalidad pueda funcionar como sistema cerrado o como sistema abierto o ambas a la vez eliminando la posibilidad de que el cultivo fracasase por interrupciones de corriente eléctrica o de suministro de agua. El agua potable de la Ciudad de Ensenada,

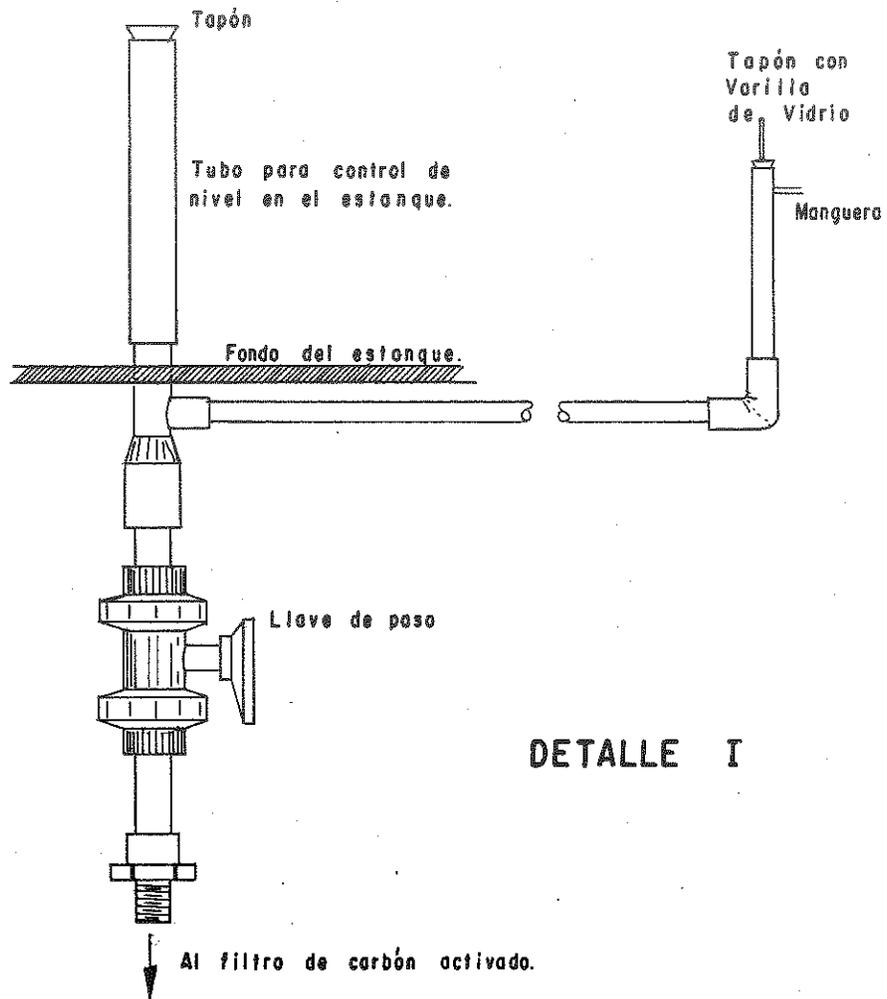


Fig. 9 - Detalle del sistema experimental, control de nivel de agua en cada sección.

antes de ser utilizada, se hizo pasar por un clarificador que retenía partículas e impurezas y por un filtro de carbon activado de alta capacidad que eliminaba el cloro.

IV.1.2. OBTENCION DE PROGENITORES

BOCANA DE SANTO TOMAS

En una visita de prospección que se realizó a el arroyo localizado en la Bocana de Santo Tomás al SurEste del Ejido Ajusco se encontró una población de Procambarus clarkii viviendo en las márgenes, refugiada bajo la vegetación que crece sobre y dentro del agua. Este río tiene una profundidad de 75 cm. con un sustrato mixto de lodo y predominantemente arena que permite una gran transparencia. Utilizando una red de metal, de los nativos del lugar y otra de malla de nylon se procedió a capturar 17 parejas de cangrejos de río cantidad suficiente para iniciar el cultivo de astácidos en condiciones de laboratorio.

Los organismos fueron transportados en hieleras de plástico, protegidos con vegetación del lugar. El trayecto al laboratorio fue de dos horas porque de la

Bocana de Santo Tomás al Ejido Ajusco el camino es de terracería lo cual también impidió que se realizaran otras visitas, que permitiesen captar más información acerca de esta población 'in situ'.

IV.1.3. CONTROL DE PROGENITORES

Cuando las hembras de la Bocana de Santo Tomás se apareaban, se registraba la hora del día y el tiempo aproximado que duraba la copulación. Al terminar el proceso se separaba sólo a la hembra poniéndola en un acuario de 60 l de capacidad, para seguir observándola. Posteriormente se registraba la fecha del desove, que ocurría en un intervalo de 5 a 6 semanas después de la cópula. También se registraba la coloración de los huevos, para saber si serían fértiles. Se llevó así una ficha de control para cada hembra. En general las condiciones a las que se mantuvieron las hembras ovigeras fué de 20 a 22 grados centígrados. La aereación fué constante y el oxígeno osciló entre 7 a 8 ppm. Se les administró alimento preparado ad libitum. El agua se cambiaba totalmente cada tercer día.

4.1.4 .OBTENCION DE JUVENILES

Los juveniles obtenidos de cada hembra (Tabla I) se separaban y se contaban cuando tenían un mes de vida. La hembra se regresaba al estanque de los progenitores después de que mudaba para evitar canibalismo entre los adultos.

Conociendo el número total de crías se seleccionaba al azar el número de juveniles que entraría a cada uno de los tratamientos, para evitar sesgo y perder la aleatoriedad e independencia de los datos (Anexo I).

Seleccionados los juveniles, se procedía a aclimatarlos dependiendo de la temperatura a la que hubiesen sido asignados. En el caso de la temperatura (26 grados centígrados), la mas alta los organismos se aclimataban durante 3 a 5 días y los asignados la temperatura II (24 grados centígrados) de 2 a 3 días . Los juveniles de la temperatura III (20 grados centígrados) ya estaban aclimatados porque se encontraban a la misma temperatura del laboratorio. Para igualar las condiciones experimentales todos eran introducidos en el mismo día y así contrarrestar los

días invertidos en la adaptación.

Tabla I. Juveniles obtenidos (crías) por hembra procedentes de la Bocana Sto. Tomás que se introdujeron en los 9 tratamientos.

♀ #	Long. Total	Long. Cef.	Ancho	Crias	Procedencia
1	10.60	5.33	2.42	18	BST
2	10.43	5.44	2.44	150	BST
3	9.83	5.14	2.41	20	BST
4	9.40	4.90	2.24	52	BST
5	8.87	4.60	2.14	60	BST
6	10.29	5.44	2.42	39	BST
7	9.56	5.00	2.33	178	BST
8	9.56	5.52	2.44	89	BST

En las cajas de acrílico divididas en dos partes se colocaron los organismos, uno de cada lado para evitar el canibalismo. La distribución por caja y por sección se hizo al azar (Fig.7).

Diariamente se revisaba la sobrevivencia en cada caja y la frecuencia de muda. Para la información de

sobrevivencia se anotaba la mortalidad y se extraía el organismo para ser preservado y medido. Se decidió medir la longitud del cefalotorax por ser la más confiable y que comprende el rostrum hasta la unión con el telson (Fig.3).

Debido a la fragilidad del material biológico no se pudieron pesar los juveniles y por lo tanto no se limitó el alimento en cuanto al porcentaje de su peso inicial, si no que se les dió ad libitum. Después que se revisaba la sobrevivencia y la frecuencia de muda y se extraía el alimento sobrante.

IV.1.5. PROCESAMIENTO DE LAS DIETAS

Para la preparación de las dietas isocalóricas (Tabla II y Tabla IV) se siguió una misma rutina, ya que la variación entre ellas no fue cualitativa. Es decir, que las tres dietas estaban formadas por los mismos productos a saber harina de sardina, harina de soya, harina de acelga y agar, pero diferían porcentualmente (Tabla III). La preparación se hizo de la siguiente forma : a) Se pesaban cada uno de los ingredientes los cuales eran previamente cernidos para

uniformar el tamaño de las partículas. b) Se mezclaban en un procesador de alimentos, el cual permitía distribuir los ingredientes homogéneamente. c) Se agregaba agua hirviendo para unir la mezcla con el agar y formar una pasta que fuese estable en el agua. d) Estando la pasta aún caliente se procedía a colocarla en una charola de aluminio acanalada especialmente diseñada para este experimento (Fig.10) que amoldaba un pellet o granulo de volumen conocido; e) Llena la charola se rasaba para obligar a la pasta a compactarse dentro de los canales; f) Coccimiento.- en un horno BLUE M a una temperatura de 60 grados centígrados durante tres horas; g) Se sacaba la charola y se dejaba enfriar y con una espátula se desprendían las tiras de alimento El alimento seco y en forma de un tallarin se pasaba a un cortador previamente diseñado (Fig.10) el cual daba un tamaño de pellet de longitud y volumen que, extrapolado, diera un peso conocido para una dieta en particular, lo que ahorra el esfuerzo de pesar cada uno de los pellets o tallarines; h) Se procedía por último a guardar los alimentos cortados en papel aluminio y en cajas herméticas de manufactura comercial, para evitar la humedad y el deterioro de la dieta.

Tabla II. Analisis proximal de los componentes de las dietas.

ALIMENTO	CALCIO	CARBOHIDRATOS	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZAS	CONT. CALORICO (cal/grs.)
Harina de pescado	—	0.5	4.29	66.79	8.97	14.55	4640
Harina de soya	187	40.2	—	37.30	3.90	—	331
Acelga molida	62	4.8	—	2.9	0.3	—	62

Tabla III. Composición porcentual (%) de las dietas experimentales.

ALIMENTO EN %	DIETAS ISOCALORICAS					
	1	2	3	4	5	6
Harina de sardina	70	60	45	25	10	5
Harina de soya	5	15	30	50	65	70
Harina de acelga	20	20	20	20	20	20
Agar	5	5	5	5	5	5
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla IV. Composición calorica (cal/gr) de las dietas experimentales.

ALIMENTO EN CALORIAS /gr.	DIETAS ISOCALORICAS					
	1	2	3	4	5	6
Harina de sardina	348.00	278.40	208.80	116.00	46.40	23.20
Harina de soya	16.55	49.65	99.30	165.50	215.15	248.25
Harina de acelga	12.40	12.40	12.40	12.40	12.40	12.40
Total cal/gr.	376.95	340.45	320.50	293.90	273.95	283.85

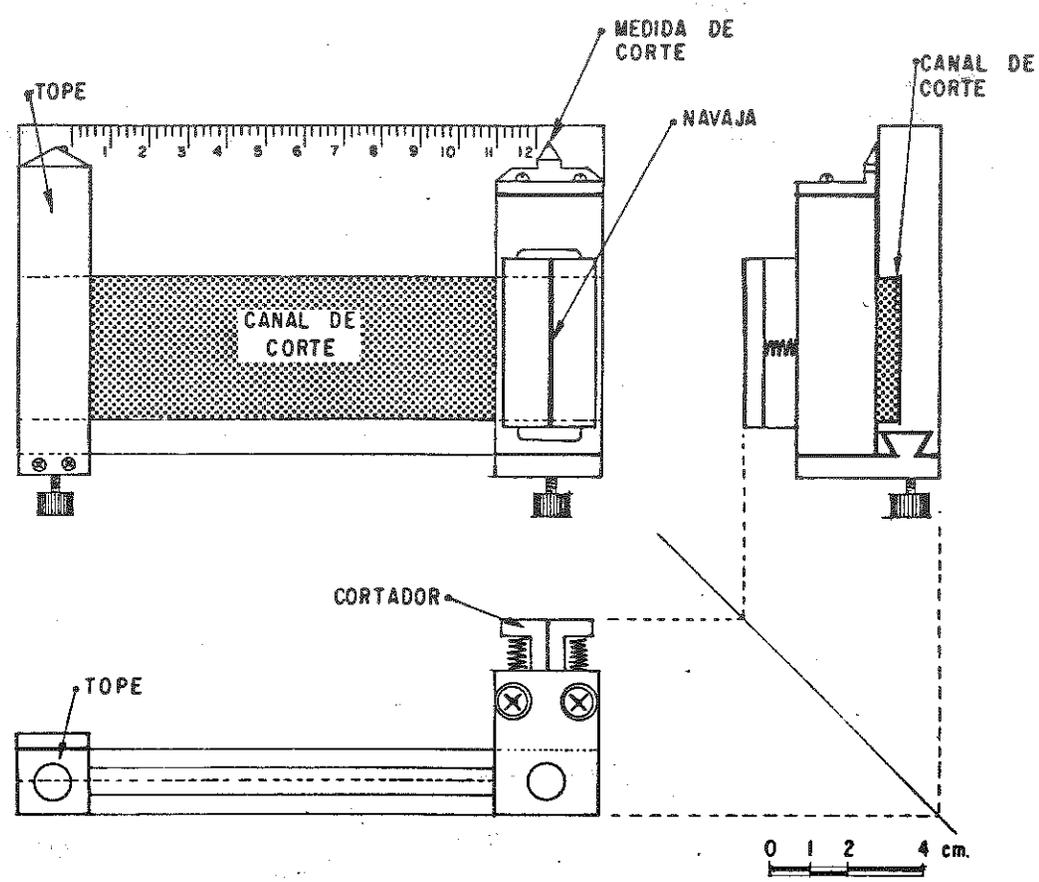
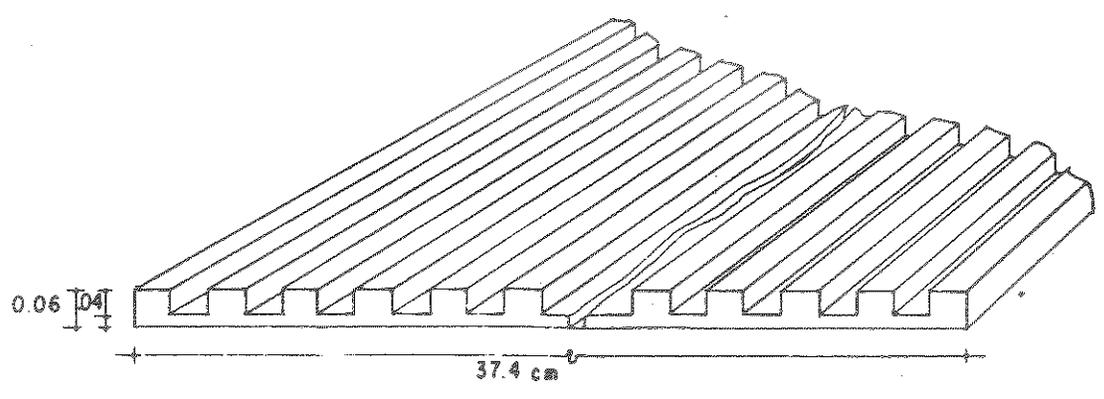


Fig. 10.- CORTADOR DE ALIMENTO Y CHAROLA

IV.2. RESULTADOS

IV.2.1. CONTROL DE PROGENITORES

Todo el trabajo experimental se llevó a cabo con un fotoperíodo de 15 horas de luz y 9 de oscuridad.

Se observó por medio de las incidencias de apareamiento que los meses de mayor frecuencia corresponden al verano, época de mayor temperatura disminuyendo hacia los meses de julio, agosto y septiembre (Fig.11). Estas observaciones se llevaron a cabo 8 meses en el laboratorio y durante el día, por lo que esta frecuencia podrá ser mayor ya que en la noche sin el personal en el laboratorio los organismos podían aparearse sin estrés.

El desarrollo y la maduración de los huevos duró invariablemente un mes. Este es más extenso que el reportado por Penn, en 1943 para Procambarus clarkii aproximadamente de 17 días y al de (Wright en Anón., 1980) de 21 días. Esta diferencia puede ser debida a la temperatura del agua que bajo las condiciones del

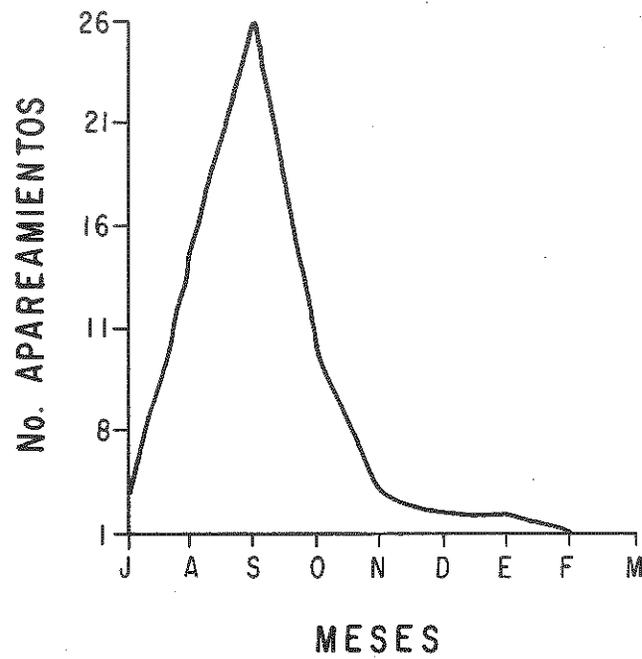


Fig. II : Incidencia de apareamientos de *Procambarus clarkii* vs. tiempo en el laboratorio de Acuicultura CICESE.

laboratorio se mantuvo entre los 18 a 20 grados C. A pesar de las condiciones de limpieza mantenidas en los acuarios destinados a las hembras ovígeras, se tuvieron problemas con los hongos que atacaron los huevos, siendo más susceptibles los huevos de color anaranjado (no fértiles) que los de café rojizo (fértiles).

Los huevos infectados se cubrían con micelas impidiendo la aereación. Las hembras afectadas fueron tratadas con verde de malaquita, fungicida efectivo utilizado comúnmente para peces de agua dulce. Se les administró 1 gota/ por 2 l de agua durante una semana, dando buenos resultados. También se hizo una limpieza manual quitando los hongos a los animales infectados.

IV.2.2. DIETAS

Las dietas preparadas presentaron una gran estabilidad en el agua y en las tres temperaturas en un tiempo mayor de 6 horas. Debido a esta estabilidad fueron fáciles de almacenar y no requirieron refrigeración.

IV.2.3. CONTROL DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS

Durante el tiempo que se probaron las dietas se llevó un control continuo de temperatura, oxígeno, pH y amoníaco en las tres secciones del sistema experimental descrito.

En general todos los parámetros en la sección I variaron un poco más que en las secciones II y III, es decir que tardaron más tiempo en estabilizarse. Aunque en forma integral el sistema permitió mantener estos cuatro parámetros dentro de los rangos deseados de temperatura oxígeno, pH y amoníaco.

Los datos obtenidos se graficaron contra el tiempo (días) y las gráficas se realizaron por medio de la computadora PRIME con un programa de graficado. Para la Sección I la Figura 12c muestra la temperatura graficada contra el tiempo la cual fluctuó entre 26 ± 1 grados centígrados. Se observa que los primeros 20 días las oscilaciones fueron mayores pero posteriormente se logró una mayor estabilidad. La Figura 12.d corresponde a los valores de pH, que varió entre 6.5 y 7.0 siempre dentro de rangos óptimos (6.0 - 7.8) (La Caze, 1976). La Figura 12a muestra las

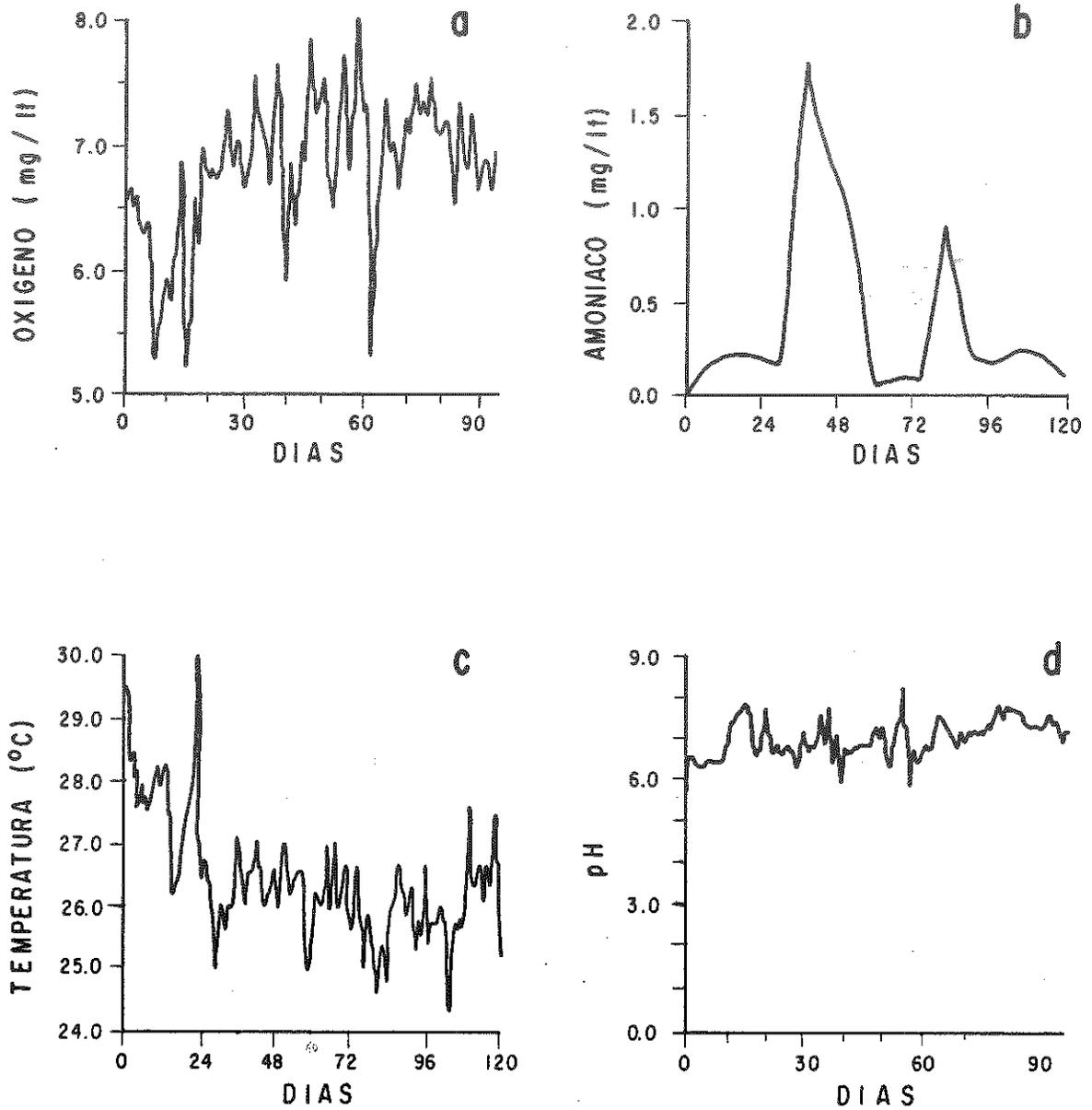


Fig. 12.— Parametros fisicoquímicos de la Sección I

fluctuaciones del oxígeno vs tiempo, este varió entre 7 ppm. \pm 1 ppm. aunque se observaron tres mínimos de 5.4 al principio dos de ellos y el tercero el 72avo día de experimentación, pero siempre se mantuvo dentro de rangos biológicos aceptables (Bardach y Mc Larney, 1972).

En la Figura 12.b se graficó la concentración del amoniaco vs tiempo, observándose dos máximos uno de 1.77 y el otro de 0.88 mg/l pero en general los niveles de amonio se mantuvieron inferiores a 1 .

Las observaciones de temperatura, oxígeno, ph y amoniaco de la Sección II, se muestran en la Figura 13. El oxígeno osciló en los primeros días experimentales, entre 6 y 5 ppm. pero, a partir del 20avo día se mantuvo en valores superiores entre 6 y 8 ppm. como se observa en la (Fig.13a). La temperatura se logró mantener entre 23 y 24 C \pm 1 grados centígrados con el termostato y el suministro de agua (Fig.13c). El amoniaco presentó dos máximos, uno de 1.7 y otro de 0.9 (mg/l) (Fig.13b). El pH (Fig.13d) se mantuvo siempre básico con valores mayores de 7 \pm 1 grados centígrados.

En la Sección III los parametros fisico-químicos

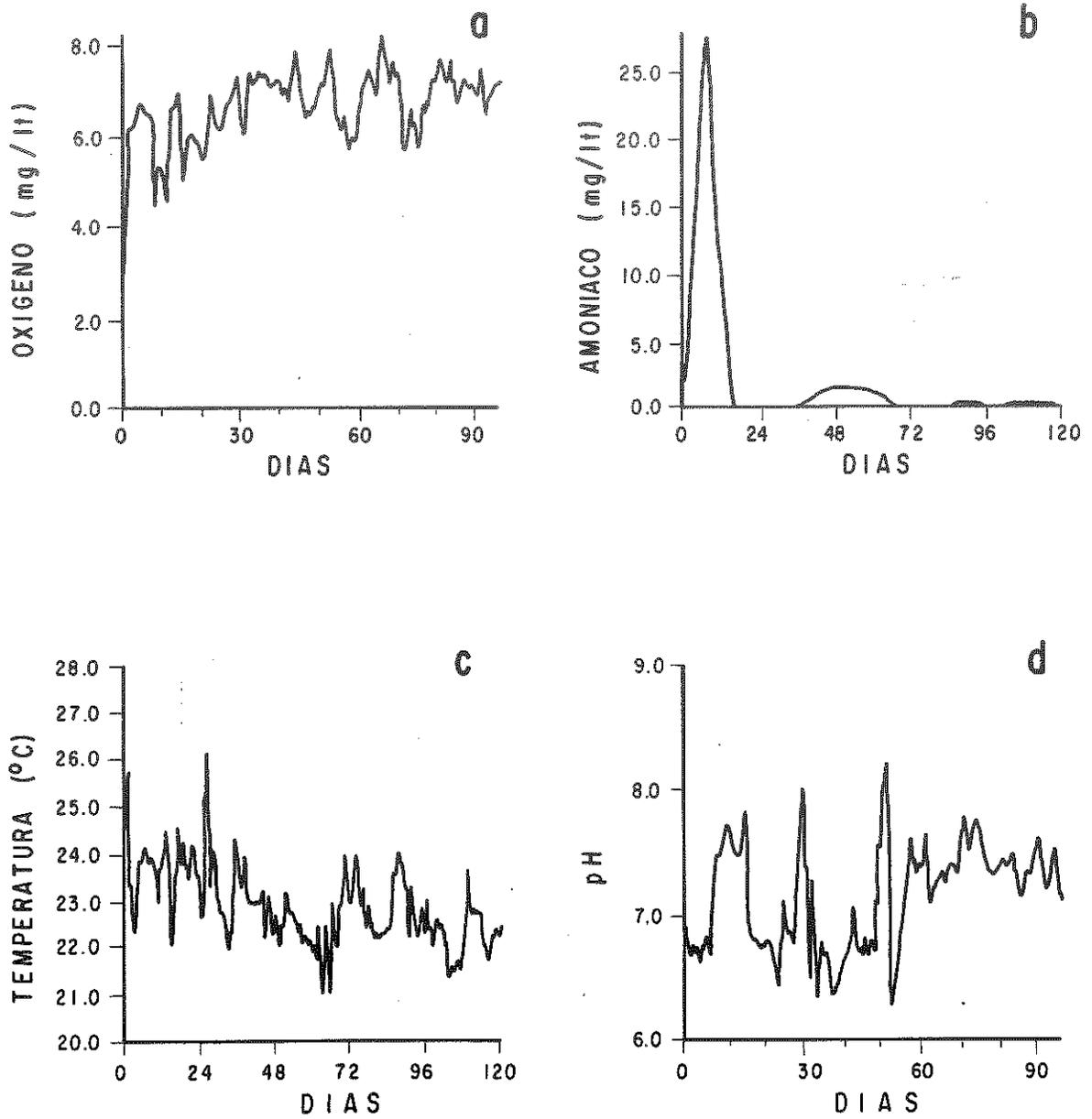


Fig. 13.- Parametros fisicoquímicos de la Sección II

tambi3n se midieron durante el experimento (Fig.14). El oxigeno (Fig.14a) se observ3 m3s alto que en las dos

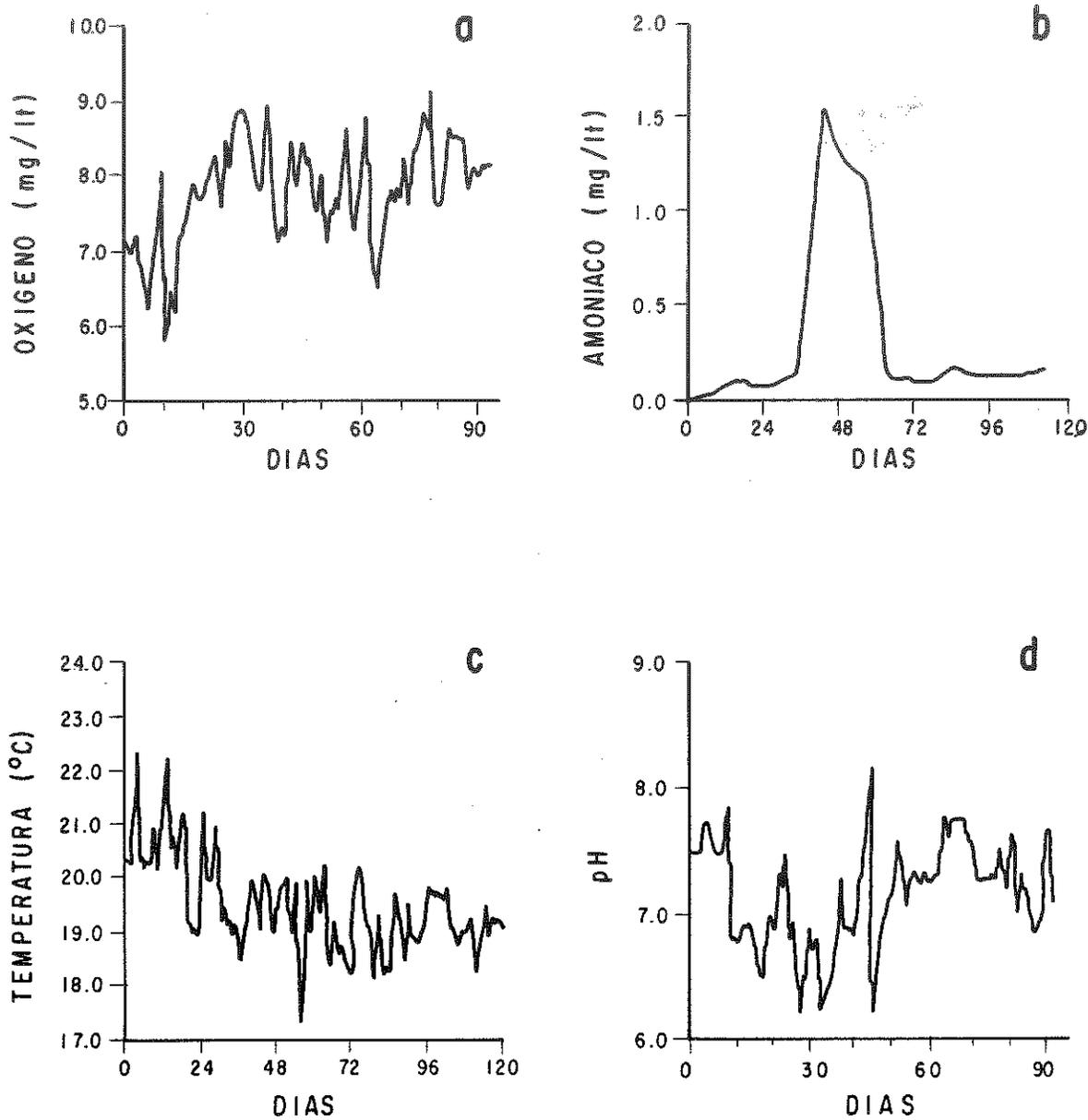


Fig. 14.- Parametros fisicoquímicos de la Sección III

secciones anteriores debido a la temperatura más baja (Fig.14c), encontrándose una sincronización en valores de 6 -7 ppm cuando la temperatura estuvo entre 21 grados centígrados y 22 , pero cuando ésta bajó a 19 + 1 grados, el oxígeno aumentó entre 8 y 9 ppm. El amoníaco solo presentó dos máximos de 1.5 y 1.3 en los días 48 y 70 (Fig.14b) pero este dato y los observados en las dos secciones anteriores no son absolutamente confiables ya que se descubrieron errores por parte de las mediciones con el Microanalizador de iones ORION debido a las diferencias de calibración causadas por el agua destilada que se utiliza en el método. El ph (Fig.14d) fue básico, pero en mayor grado a partir de la mitad del tiempo experimental con valores de 7 y 8. En las tres secciones de controló el flujo de agua y se evitaron cambios bruscos de temperatura, considerando la diferencia de calor y del aporte de agua externo (Fig.15). Las velocidades de flujo se trataron de mantener dentro de los rangos de 100 - 250 ml/min dentro de los cuales las fluctuaciones de temperatura no excedían los valores experimentales propuestos.

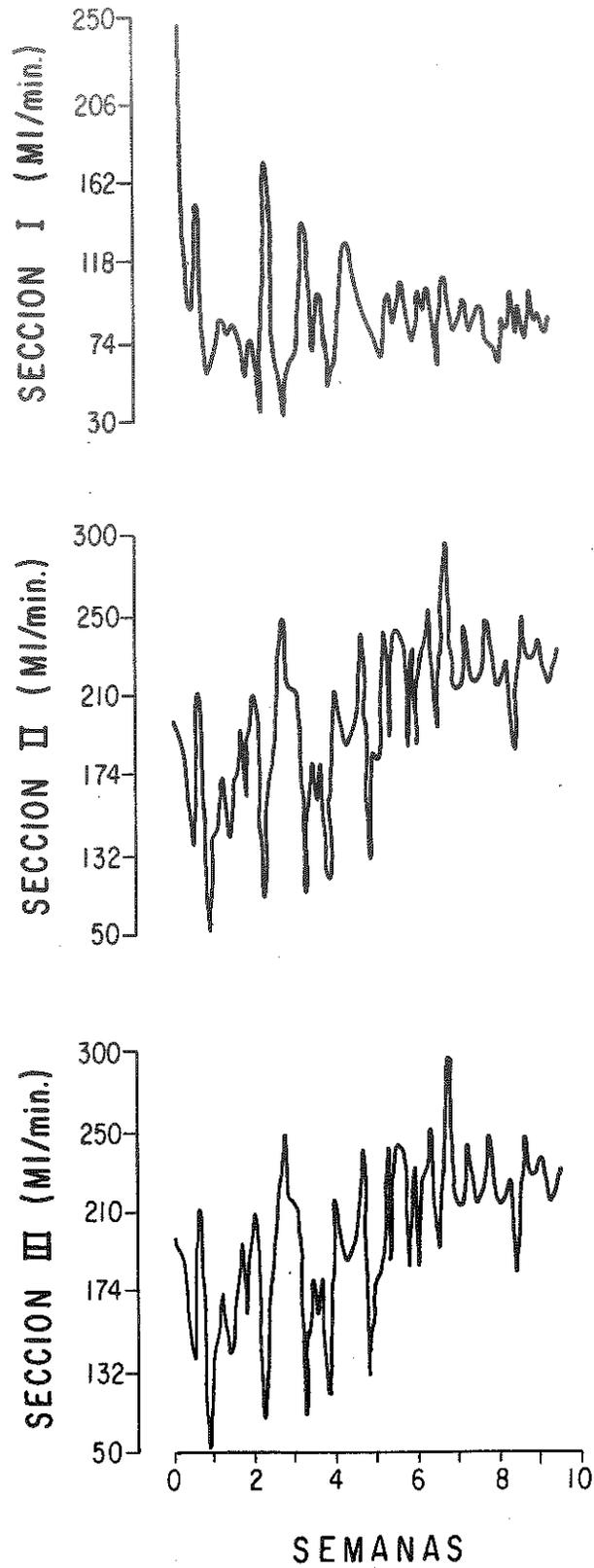


Fig. 15. - Velocidades de flujo en las tres secciones

IV.2.4. SOBREVIVENCIA

Durante esta experiencia, se trabajó con animales provenientes de ocho hembras y se observó la sobrevivencia de cada grupo de organismos correspondiente a cada hembra. El número de individuos por hembra varió mucho, e hizo variar la cantidad de organismos por tratamiento (Tablas V y VI).

Con los resultados obtenidos del experimento de la administración de las dietas en las tres temperaturas, se graficó el número de organismos introducidos en cada sección en el tiempo y su extracción del sistema por mortalidad como se muestra en las Figuras 16a, b y c.

En la Sección I (Fig.16a) la sobrevivencia fué muy baja durante todas las introducciones de los juveniles, los cuales morían entre 3 y 5 días. Esto ocurrió en las tres dietas y al final del experimento en la dieta A (proteína animal) quedó solo el 2.7 % de la población introducida, en la B y en la C un 0 % de sobrevivencia.

En la Sección II (Fig.16b), la mortalidad se

TABLA V.- Numero de replicas por tratamiento.

TEMPERATURA	D I E T A			TOTAL
	A	B	C	
I 26 °c	4	5	5	14
II 24 °c	5	5	4	14
III 20 °c	7	6	7	20

TABLA VI.- Número de organismos introducidos por progenie y por tratamiento. (nt: numero total de organismos, ni: numero de organismos/hembra).

DIA EXP	♀ #	T R A T A M I E N T O									n t	n i
		I-A	I-B	I-C	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C		
13	M2	4	3	6	3	4	3	4	4	5	36	36
14	M3	19	15	16	20	27	14	16	19	24	170	198
34	M4	11	4	4	16	14			38	23	110	110
45	M5							21		3	24	24
55	M6							19			19	19
58	M8	2	2	2	21	11	4	16	6	14	78	146
72	M10		7	10	5	14	10	11	19	20	96	98

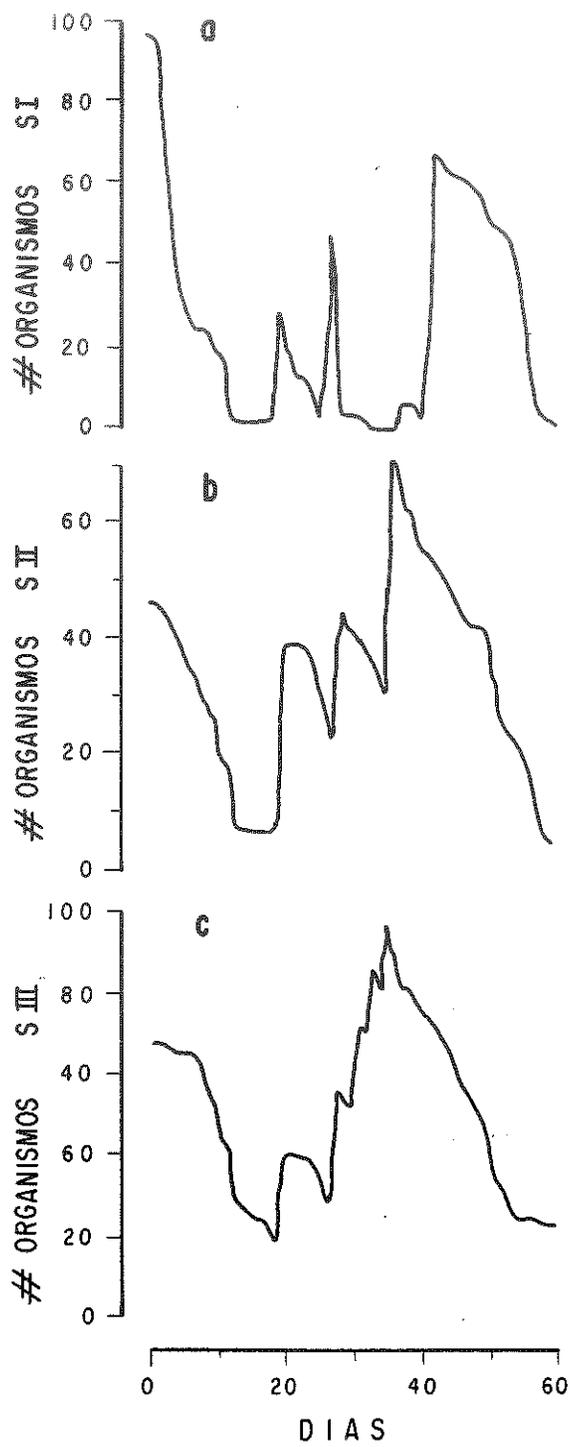


Fig. 16: Número de organismos en cada una de las secciones vs. tiempo experimental.

presentó en forma mas elevada al principio, pero no llego a ser total. Los organismos lograban vivir bajo las condiciones impuestas mudando y creciendo, aunque el porcentaje de sobrevivencia fué muy bajo. En la dieta A la sobrevivencia final fué de 1.53 %, en la dieta B 5.79 % y en la dieta C 6.45 %.

En la tercera Sección se observó un comportamiento diferente. Al principio también hubo una mortalidad alta, pero mucho menor que en las dos secciones anteriores. Las sucesivas introducciones de los juveniles de Procambarus clarkii se sumaban a las anteriores lo cual permitió obtener mayor información. Se observó muda y crecimiento y al final del tiempo propuesto, algunos animales siguieron en buenas condiciones (Fig.16c). La Sobrevivencia por dieta fué la siguiente : en la dieta A 14.11 %, en la dieta B 7.77 % y en la dieta C 4.25 %.

En la Tabla VII se presenta un sumario de las características observadas al microscopio de todos los organismos que se introdujeron al sistema experimental. Estas observaciones se asocian a cada tratamiento con el fin de obtener un índice de saludabilidad de los organismos en razón de la dieta y la temperatura a la cual fueron sometidos.

TABLA. VII.- Características producidas por efecto de las dietas y las temperaturas en los organismos de *P. clarkii* (expresada en %) durante el tiempo experimental.

CARACTERISTICA	TEMPERATURA - DIETA								
	I-A	I-B	I-C	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C
1.- Manchas en el exoesqueleto	0.00	6.45	0.00	7.23	4.34	12.9	7.06	2.22	2.13
2.-Cefalotorax doblado	0.00	0.00	2.63	0.00	1.45	0.00	1.18	1.11	1.06
3.-Branquias expuestas	2.77	0.00	2.63	1.54	2.90	6.45	2.35	5.55	2.13
4.-Canibalismo	0.00	0.00	2.63	4.62	4.35	3.22	3.53	1.11	3.19
5.-Hongos	0.00	0.00	0.00	1.54	5.80	0.00	1.18	1.11	1.06
6.-Bacteria Quitinivora	2.77	3.23	0.00	10.76	2.9	12.90	3.53	2.22	4.25
7.-Problemas al mudar	8.33	3.23	0.00	1.54	7.25	0.00	4.70	6.66	3.19
8.-Burbujas internas en la cavidad cefalotoraxica	5.55	0.00	0.00	3.08	0.00	3.22	7.05	3.33	1.06
9.-Cefalotorax hinchado	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	1.06
10.-Coloracion anormal	8.33	0.00	0.00	3.08	8.67	6.45	4.70	1.11	3.55
11.-Separado cefalotorax del Telson (zona ecdycial)	8.33	3.23	0.00	1.54	5.80	0.00	1.18	1.11	0.00
12.-Presencia de puntos de Ca en las mudas	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	1.11	3.19

Las características más relevantes fueron Cefalotorax doblado, Branquias expuestas, presencia de Bacterias quitinívoras, y Cefalotorax hinchado; las cuales reflejaron ya sea una pobre calidad en las dietas o bien otra variable como pudo ser la contaminación del Zinc.

Debido a que durante observaciones personales en años anteriores no se habían presentado anomalías de ésta magnitud, aún cuando se experimentaba con alimentos no combinados y de valor proteínico inferior, se intentó probar si existía alguna diferencia significativa asociada a algún tratamiento, llevándose a cabo una prueba estadística de Análisis de Varianza de dos vías. Este Análisis fué significativo para cada una de las características estando asociadas las manchas en el exoesqueleto a la Sección II y III; el cefalotorax doblado a la sección III pero con una incidencia muy baja; las branquias expuestas y la presencia de bacterias quitinívoras a la sección II.

En cuanto a los tratamientos temperatura-dieta los que presentaron un mayor porcentaje de anomalías fueron las dietas B y C en la sección II. La dieta A en las secciones I y II tuvo el mismo porcentaje de incidencia 3.01 y 3.08 respectivamente y en la sección III fue de

2.22 % .

Con la información de sobrevivencia en días por dieta y por temperatura, es decir, en los nueve tratamientos, se trató de definir cuál o cuáles eran las mejores condiciones de temperatura y alimento para P. clarkii

La información recabada se sometió a una prueba de Ajuste para cumplir con la condición de normalidad, la cual fue rechazada. Se decidió, previa consulta con el Dr. Alejandro Chagoya que se transformaran los datos en arcoseno, la prueba se repitió y volvió a ser rechazada. Con estos resultados que implicaba que los datos no se podían trabajar con estadística paramétrica, se procedió a probar su significancia con una Prueba No Paramétrica, aplicando la Prueba de Análisis de Varianza no paramétrico de dos vías de Wilson. Esta prueba dió una diferencia significativa para el factor 1 entre las temperaturas pero no fué significativo para el factor 2 (dietas) y la interacción (fact 1x2) tampoco fué significativa (Tabla.VIII).

Es decir que se presentan diferentes sobrevivencias en cada temperatura experimental y estas

Tabla.- VIII.- Analisis de varianza no parametrico de do
vias de Wilson.

ANVA II VIAS			
No paramétrico (Wilson)			
Fuente de Variación	g.l.	Valor de J_i^2	Probabilidad
Factor 1: TEMPERATURA	2	41.042	0.0000 (S)
Factor 2: DIETAS	2	1.942	0.3786 (NS)
Int. 1 x 2.	4	8.103	0.0879 (NS)

fueron significativas. Pero la sobrevivencia entre las dietas en cada sección no fué relevante. Lo que indica que ninguna dieta propició mayor sobrevivencia.

En las figuras 17, 18, y 19 donde se muestra la variación de la temperatura, en la sección I (Fig. 17-I) y el % de sobrevivencia en el tiempo en los tratamientos I-A, I-B, y I-C y además en cada gráfica el momento de la introducción de juveniles al sistema por progenie (1, 2, 3, 4, y 5). Con el mismo esquema se presentan las figuras 18 y 19.

A simple vista es posible detectar dos grupos de curvas en las cuales, en las dos últimas, se observa una extensión del tiempo de sobrevivencia de los juveniles. Debido a esto se trataron los dos grupos de curvas con un Análisis de Varianza que indicó una diferencia significativa en ésta apreciación (Tabla IX); pero considerando solamente el 50 % de sobrevivencia de cada población.

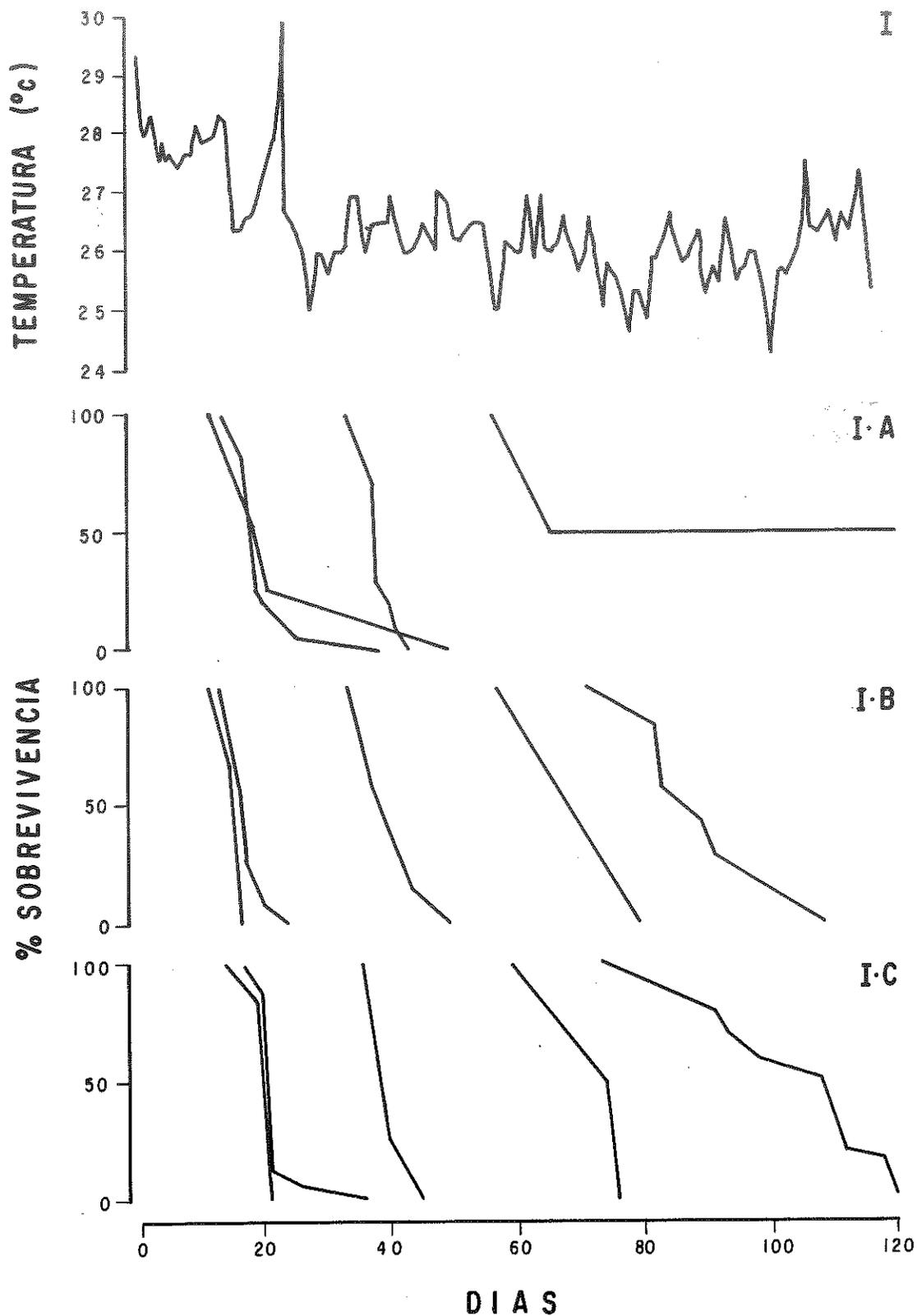


FIG. 17.- Variación de temperatura vs. tiempo (17-I), Introducción de juveniles por progenie en la sección I. % sobrevivencia en las dietas A (17-IA), dieta B (17-IB) y en la dieta C (17-IC) vs. tiempo.

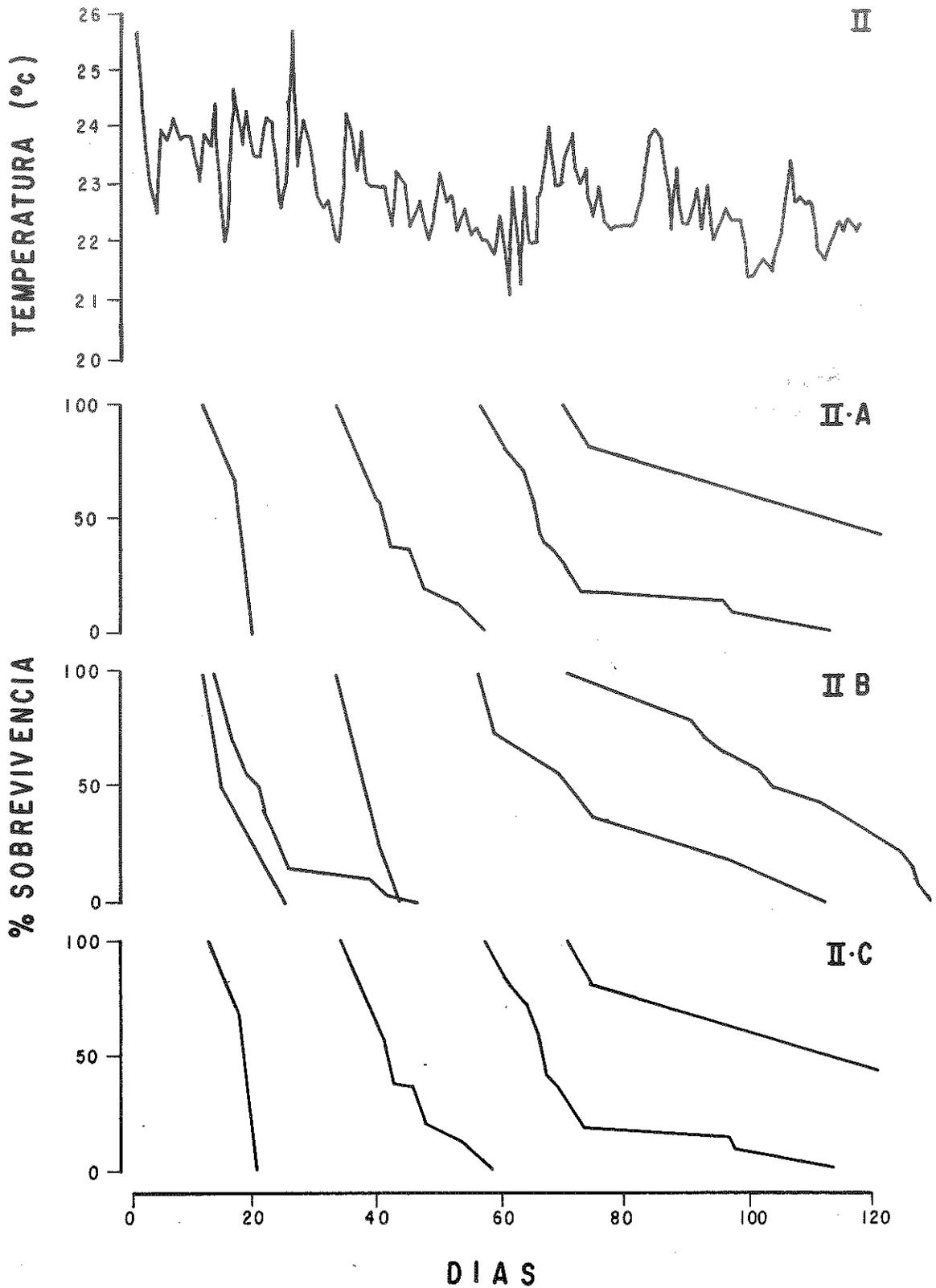


FIG 18.- Variación de temperatura vs. tiempo (18-II); Introducción de juveniles por progenie en la sección II. % sobrevivencia en las dietas A (18-IIA), dieta B (18-IIB) y en la dieta C (18-IIC) vs. tiempo.

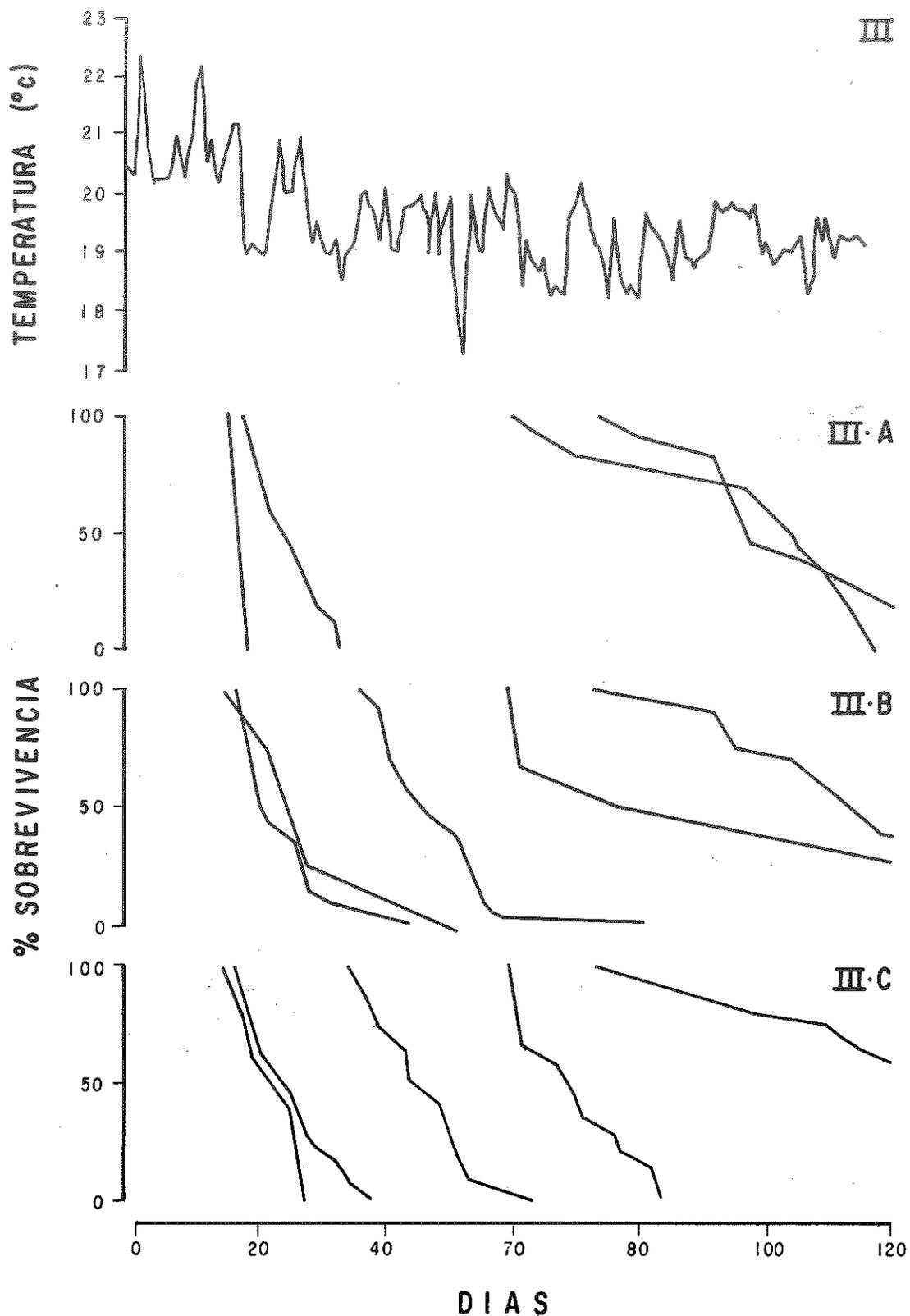


FIG 19.- Variación de temperatura vs. tiempo (19-III), Introducción de juveniles por progenie en la sección III. % sobrevivencia en las dietas A (19-III A), dieta B (19-III B) y en la dieta C (19-III C) vs. tiempo.

TABLA IX.- Analisis de Varianza de dos vias 50 % de sobrevivencia (progenie) y tratamiento.

A N V A II VIAS					
Fuente de Variación	D.F.	S.S.	MS = SS/DF		
Progenie	4	5742.0	1436.0	5.72	* sig.
Dieta	2	307.0	154.0	19.50	sig.
Progenie - Dieta	8	518.0	65.0	3.04	sig.
Error	30	3849.0	128.0		
Total	44	10417.0			

IV.2.5. CRECIMIENTO

Con las mediciones de la longitud de cefalotorax de los organismos correspondientes a las poblaciones introducidas y sus respectivos tiempos de sobrevivencia se hizo un resumen (Tabla X). A cada tratamiento le correspondió una tasa de crecimiento promedio diario, que se obtuvo de las pendientes promedio. Además se muestra el número de organismos por tratamiento inicial y al final del experimento.

La dieta A de la Sección I tuvo la tasa más alta (0.9677) pero, también la sobrevivencia menor en todo el experimento (15.5 días). En la sección II, de las tres dietas, la dieta A tuvo la mayor tasa promedio (0.6767) y la dieta C la mayor sobrevivencia promedio (37.80 días).

En la tercera sección la dieta B se distinguió con (0.5538) aunque la dieta C tuvo la sobrevivencia promedio mayor (39.66 días) y una tasa de 0.2900 la menor de todos los tratamientos.

TABLA X.- Resumen de los datos de crecimiento (longitud de cefalotorax) de los juveniles de *P. clarkii* mantenidos bajo diferentes condiciones de temperatura y alimento.

TRATAMIENTO	Nº inic/org.	Nº final/org	SOBRE DIAS (\bar{x})	LONG. CEFALOT INICIAL (μ)	LONG. CEFALOT FINAL (μ)	TASA DE CRECIM. (μ /día)	PENDIENTE (\bar{x})
I A	36	2	15.50	6415.80	7716.30	83.955	0.9677
I B	31	2	37.60	6415.80	7976.40	41.494	0.4654
I C	38	2	35.50	7456.20	8713.35	35.412	0.4084
II A	65	5	19.80	5895.60	7109.40	61.300	0.6767
II B	69	12	33.08	6410.80	7282.80	26.200	0.3131
II C	31	5	37.80	7282.80	8063.10	20.640	0.2433
III A	85	25	31.64	6329.10	7369.10	32.880	0.4370
III B	90	16	33.94	6329.10	7109.40	22.990	0.5538
III C	94	15	39.67	6155.70	7629.60	37.150	0.2915

V. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Considerando la sugerencia de Nelson y Dendy, 1979 de no alimentar a las hembras durante el tiempo de incubación para prevenir la aparición de Dictyuchus sp. que infecta los huevos sanos produciendo un aspecto epizootico (Vey, 1977), llamados zoomicetos o phycomicetos, se tomó la alternativa de reducir el alimento administrado y eliminar el sobrante y aumentar el recambio de agua. Esto mejoró las condiciones para los organismos y se evitó la utilización de fungicidas o antibióticos que debilitan la salud de los huevos e incrementan la mortalidad.

Otra alternativa pudo haber sido el incremento de la salinidad de 0 ppm a 10 ppm. ya que la población de la Bocana de Santo Tomás por vivir en un río que desemboca al mar podría ser más susceptible a hongos o a bacterias de agua dulce que son menos resistentes en aguas salobres. Esto implicaría un estudio dirigido a las tolerancias fisiológicas de Procambarus clarkii que no estaba considerado en el marco de este trabajo.

Con el número de organismos cautivos (17 parejas) y respecto a las veces que se observó la cópula es probable que

no todas sean exitosas y que se requiera la repetición de este proceso para garantizar la fertilización.

Debido a los efectos de la distribución al azar, la mortalidad natural de los organismos, bajo las condiciones impuestas y la diferente fertilidad de las hembras progenitoras, no se logró mantener en forma continua un número igual de organismos en los nueve tratamientos investigados. La metodología fue positiva porque se observaron las diferencias del material genético (capacidad de adaptación), la fecundidad de las hembras y el efecto del tiempo sobre el reclutamiento y mortalidad de los juveniles (Figs. 17 a 19).

En la sección I donde se probó la temperatura de 26 ± 1 grados centígrados, la mortalidad impidió probar adecuadamente las dietas a pesar de que los juveniles se aclimataron gradualmente.

Pero, se cree que el problema no fue en si el metodo de introducción si no que las temperaturas observadas en la región no exceden los 25 grados centígrados, por lo que Procambarus clarkii no está adaptado como el de Louisiana a temperaturas mayores de 24 grados centígrados. De aqui se desprende que existe una barrera térmica para este astácido y la Sección I estaba en este rango de intolerancia

fisiológica. La capacidad de adaptación alimenticia de estos organismos es muy amplia y originó que las diferencias de las dietas en cuanto a contenido no fueran muy relevantes estadísticamente.

Del alimento que se administró ad libitum no se hizo un control diario de asimilación, ya que esto hubiese requerido de un sistema experimental muy diferente, es decir un sistema cerrado, lo que hubiera impedido tener un número de animales tan grande y donde no se habría podido eliminar el canibalismo. El diseño de las cajas resultó ser eficiente para evitar el canibalismo, presentándose sólo algunos sucesos aislados (3 %) aproximadamente en todo el experimento (Tabla VII). Dado que la división de la malla central (Fig.6) ayudaba a los organismos a subir por ella, ocurrieron algunos casos en que los juveniles pasaban de un lado a otro en el momento de la muda facilitando el canibalismo. Afortunadamente por la revisión diaria se regresaban a su lugar eliminando en gran medida esta eventualidad.

En general estas características no representaron un porcentaje de las poblaciones involucradas relevante, siendo la máxima de 4.10 % en la dieta B de la Sección II. Lo que impidió dar una conclusión definitiva (Tabla VII).

El diseño de mallas dobles fué bueno pero, el uso de

material (malla) galvanizado introdujo un metal (zinc), éste, comúnmente entra en los suplementos de agua por medio del deterioro del acero galvanizado.

El galvanizado no utiliza zinc puro, por lo que además se presentan o se sospecha que también puede haber plomo y cadmio como impurezas asociadas a este metal.

Aunque se trató de eliminar el efecto del Zinc con el envejecimiento del material y continuos lavados, no se pudo garantizar que haya sido inocuo y que la sobrevivencia en el experimento se hubiese deteriorado por su presencia en el agua.

En general se observó una mayor sobrevivencia conforme transcurrió el experimento, pero se atribuyó a la aclimatación positiva de los organismos y al manejo del material biológico.

Pero, este aumento en la sobrevivencia no fue lo que se esperaba porque experimentos nutricionales anteriores (Re, 1981 y 1982 observaciones personales) con dietas mixtas dieron sobrevivencias del 10 % aún con canibalismo y crecimientos de 1 cm/mes de longitud total.

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos de

sobrevivencia con el método de ANVA no-paramétrico de dos vías, indicó que existe una diferencia significativa entre las temperaturas en cuanto a la sobrevivencia pero no en cuanto a la diferencia cualitativa entre las dietas probadas. Tampoco fué significativo el crecimiento con respecto a las dietas ni a las temperaturas.

Las condiciones fisico-químicas estuvieron dentro de los rangos óptimos. La Caze, (1976) y Bardach y Mc Larney, (1972) mencionan que son muy poco tolerantes a sustancias tóxicas como pesticidas.

En este caso se piensa que el efecto del Zinc combinado con las temperaturas haya sido el causante de la alta mortalidad, que aumentó su efecto en la Sección I donde se combinó con la barrera térmica.

Sin embargo como indican los resultados (Figs. 17 a 19) no es improbable que el efecto del Zinc haya desaparecido en los tratamientos aproximadamente al introducir la cuarta y la quinta población, que en términos medios tuvieron una extensión notable en el tiempo de sobrevivencia y que fué estadísticamente significativa. Difícilmente podría asumirse que la extensión antes referida se deba exclusivamente a una adaptación de los progenitores, puesto que el tiempo transcurrido en la introducción de la cuarta y quinta

progenie, estos ya tenían al menos siete meses viviendo en el laboratorio.

La temperatura en el ambiente natural (Ejido Ajusco y Maneadero) tuvieron sus máximos en Agosto y Septiembre con 23 grados centígrados y 24 grados centígrados respectivamente y sus mínimos en Diciembre y Enero, de 18 grados centígrados en el Ejido y de 13 grados centígrados en Maneadero, por lo cual se infiere que las temperaturas media y baja (24 grados centígrados y 18 centígrados) experimentales sean las mejores para estos organismos en estas latitudes y la temperatura más alta (26 grados centígrados) sea buena para el crecimiento (Tabla X), pero la sobrevivencia se ve disminuida, probablemente por afectarse el metabolismo de los organismos.

Por otra parte la información captada de la frecuencia de muda y la de crecimiento a pesar de haberse medido en todos los organismos, no dió una fuente de mayor certeza acerca de las dietas, debido a que el tiempo experimental propuesto fué de 120 días y al concluirse este los organismos que aún sobrevivían, en este lapso, no habían mudado más de dos veces.

Aunque, las tasas de crecimiento promedio diario (de los organismos que si habían mudado) sugieren que es posible

obtener buenos resultados al utilizar estas dietas a temperaturas óptimas; (18 a 23 grados centígrados). Como se observa en las dietas probadas en las secciones II y III (Tabla X).

Además, en la temperatura más baja (20 grados centígrados) las tres dietas tuvieron organismos sobrevivientes y el mejor tratamiento fué la dieta A con 14.11 % de sobrevivencia. Esto corrobora la preferencia de los organismos por la proteína animal en la etapa juvenil. En la temperatura (24 grados centígrados) la dieta B (prot.vegetal y prot.animal) se distinguió de la A (prot.animal) con 5.79 % y 1.53 % de sobrevivencia respectivamente, siendo la mejor con (6.45 % de Sobrevivencia) (prot.vegetal) . En la temperatura más alta (26 grados centígrados) ninguna dieta sobresalió de manera importante en comparación de los otros tratamientos, aunque la dieta A tuvo al final una sobrevivencia del 2.7 %.

Por todo esto se puede concluir en forma particular y dadas las condiciones experimentales, que la dieta A en la temperatura de 20 grados centígrados fué la mejor.

En cuanto al diseño experimental se puede recomendar por haber mantenido las condiciones deseadas y lograr una buena calidad del agua debido a una excelente autoeliminación de

excretas, catabolitos desechos alimenticios y exceso de calor producido por los termostatos. Tal vez eliminándose el posible efecto negativo del material de la malla metálica galvanizada, no exista ningún inconveniente para volver a utilizarse en experimentos de larga duración.

Aunque por lo observado en la cuarta y la quinta población pareciera que el sistema al cabo del tiempo permitió la extracción, sino totalmente, de la mayor parte del metal.

VI. EXPERIMENTO NUTRICIONAL EN CONDICIONES NATURALES.

VI.1. INTRODUCCION

En Los Estados Unidos la Acuicultura de Astácidos es una empresa desarrollada y rentable (Lovell, 1979). Hasta ahora es en el Estado de Louisiana donde ésta ha florecido con una producción de aproximadamente 2.5 millones de kilogramos al año. Actualmente existen cerca de 18 mil granjas. Este incremento se inició en 1959 tan sólo con 400 hectáreas, en 1970 10 000, en 1972 16 000 y en 1975 ya las áreas de cultivo eran de 18 400 hectáreas, las cuales comprenden sistemas de cultivo extensivo.

Estas granjas se caracterizan por ser productivas sin administración de alimento (cultivos extensivos), exentas de enfermedades y no requieren de un control reproductivo intensivo (Huner y Barr, 1980).

El sistema de cultivo en pozas produce Astácidos maduros más pronto que aquellos que se producen en la naturaleza. En general las granjas tienen una ventaja por el bajo suplemento alimenticio y la alta demanda en el mercado de exportación Europeo y Local, durante el invierno y a principios de primavera.

Existen tres tipos de cultivo básicos : en pantanos, zonas abiertas no pantanosas y pozas de cultivo de arroz (Oriza_sativa). La más productiva la última ya que son una cosecha duplicada efectiva : arroz más el astácido, (Gary,1974; Chien y Avault,1978). El arroz crece en verano en pozas parcialmente inundadas, mientras tanto los Procambarus_clarkii se ubican dentro de sus madrigueras en la fase de apareamiento, desove, maduración de los huevos y por último la eclosión de las larvas. Así, mientras esto ocurre, es posible la cosecha del arroz, pero, de éste queda un remanente que proporciona alimento a los juveniles y sustrato para la formación del peryfytón, que es otro suplemento alimenticio para el cultivo de P.clarkii (Lorman y Magnuson, 1978 en Johnson y Avault,1982).

La entrada neta de una granja de langostinos se compara favorablemente con otros ingresos derivados a partir de empresas agrícolas en U.S.A. con una

diferencia total menor a 70 dls./acre (acre = 4,047 X 10 (3) metros cuadrados). Esto parece indicar que el cultivo de Astácidos puede ser productivo en otras regiones además de Louisiana.

El cultivo agrícola aporta al campesino una buena calidad de proteína vegetal pero a menudo carecen de proteína animal. En este marco de necesidades se han introducido nuevas especies en el Estado que no han tenido éxito debido a la marcada estacionalidad del clima lo que impide a especies exóticas adaptarse. De esto se desprende la necesidad de aprovechar especies que ya están aclimatadas y que crecen y se reproducen bien. Por esto se propone aprovechar las mismas pozas donde almacena el agua para cultivar esta especie y usar los desechos agrícolas para alimentar a Procambarus clarkii. Se estima que será una proposición muy atractiva para los agricultores regionales.

VI.2. MATERIALES Y METODOS

MANEADERO, MUNICIPIO DE ENSENADA

A principios de septiembre de 1982 se decidió llevar a cabo un experimento, que permitiese conocer la sobrevivencia y crecimiento de una pequeña muestra de 70 organismos colectados en el Ejido Ajusco, introducidos a una poza de riego pero bajo control alimenticio (Tabla XI).

VI.3. DESCRIPCION DEL AREA

Se escogió una poza en el Ejido de Maneadero el cual se encuentra localizado a 15 km. de la Ciudad de Ensenada (Fig.2), porque ya en 1979 se había estudiado la variación de los parámetros físico-químicos, por medio de estudios y prácticas que se realizaron por parte de los estudiantes de la Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. en las pozas de Maneadero, durante el curso de Acuicultura I (1977).

TABLA XI - Organismos introducidos en la poza de Maneadero.

H - HEMBRA M - MACHO	JAULA 1			JAULA 2			JAULA 3			JAULA 4		
	SEXO	L. CEF.	PESO									
1	H	2.30	3.40	M	2.62	4.20	M	2.64	5.05	M	2.8	6.20
2	H	2.90	4.80	H	2.68	4.50	H	2.76	3.97	M	2.83	6.40
3	H	2.44	2.60	H	2.67	5.50	H	2.83	4.95	M	2.73	4.90
4	H	2.47	3.25	H	2.65	5.40	H	2.93	5.10	M	3.10	7.00
5	M	2.50	4.60	M	2.70	4.70	H	2.78	4.80	M	3.28	8.00
6	M	2.42	3.80	M	2.71	4.90	H	2.74	4.00	M	3.12	7.10
7	M	2.42	4.22	M	2.59	4.00	H	2.88	5.00	M	3.02	5.83
8	M	2.64	3.70	M	2.70	4.70	H	2.99	5.50	M	3.05	6.10
9	M	2.70	4.30	M	2.82	5.20	H	2.86	5.40	M	2.90	5.90
10	M	2.68	4.50	H	2.68	5.00	H	2.85	5.00	M	2.88	5.50
ORG. #	JAULA 5			JAULA 6			JAULA 7					
1	H	3.04	5.9	H	3.14	7.70	M	3.06	6.0			
2	H	3.18	7.55	M	3.06	7.20	H	3.11	7.00			
3	H	3.03	6.15	M	3.07	6.50	M	2.73	4.90			
4	H	3.19	6.70	M	3.05	6.00	M	3.14	7.00			
5	H	3.10	6.20	M	3.17	6.80	H	3.00	6.10			
6	H	3.10	6.40	M	3.18	7.15	M	3.14	7.20			
7	H	3.30	7.02	M	3.01	6.65	M	3.20	8.20			
8	H	3.18	6.60	M	3.08	6.50	M	3.39	7.65			
9	H	3.10	7.70	M	3.20	7.20	H	3.44	7.73			
10	H	3.18	8.50	M	3.17	7.00	M	3.35	8.95			

Esta poza tiene unas dimensiones de 40 x 27 x 0.6 m aproximadamente, con una superficie de 0.1 Ha. y un volumen aproximado de 648 metros cúbicos Almanza-Heredia y Almanza-Heredia (1980) (Fig.20).

VI.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este fin se diseñaron siete jaulas construidas de malla galvanizada de una dimensión de 50x50x30 18m.(Fig.21) las cuales estaban divididas en dos compartimentos separadas por una pared del mismo material (Fig.21-1). Cada una de las jaulas tenía dos comederos (Fig.21-2) uno por compartimento construidos de tubo de PVC de 3 pulg. a los cuales se les hizo una ranura de 5 cm a todo lo largo (15 cm) y se taparon en los extremos con cuadros de acrílico transparente (21-3). Los comederos fueron fijados a las jaulas indirectamente con tiras de malla en forma de rampas (Fig.21-4).

El 3 de septiembre de 1982 se inició el experimento, se seleccionaron 70 organismos del Ejido Ajusco y en hieleras se llevaron al laboratorio de Acuicultura del C.I.C.E.S.E. en donde se asignaron al azar a cada dieta y jaula. El transporte al Ejido de

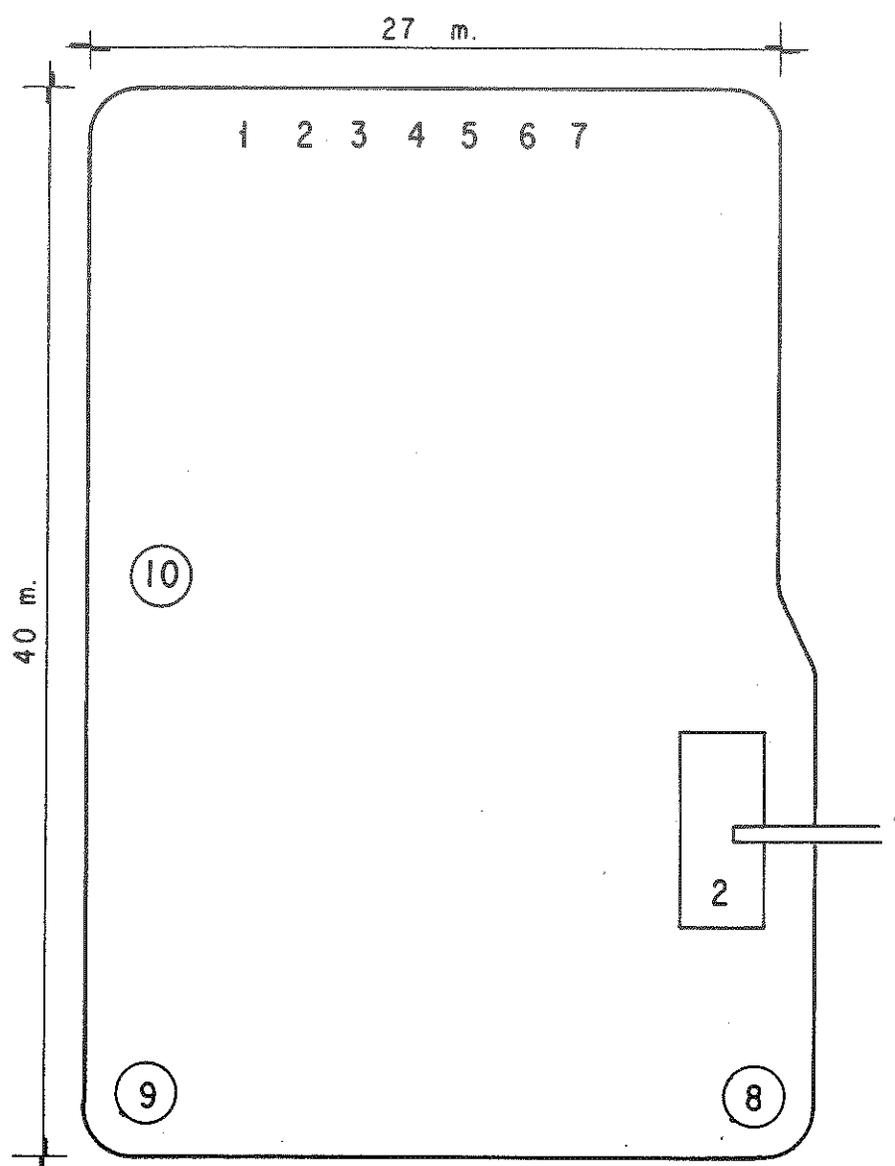


FIG. 20.- POZA DE MANEADERO - MUNICIPIO DE ENSENADA
(vista de planta)

- (1) Conducto de suministro de agua
- (2) Estanque de descarga
- (1-7) Jaulas con *Procambarus clarkii*
- (8-10) Salidas de agua

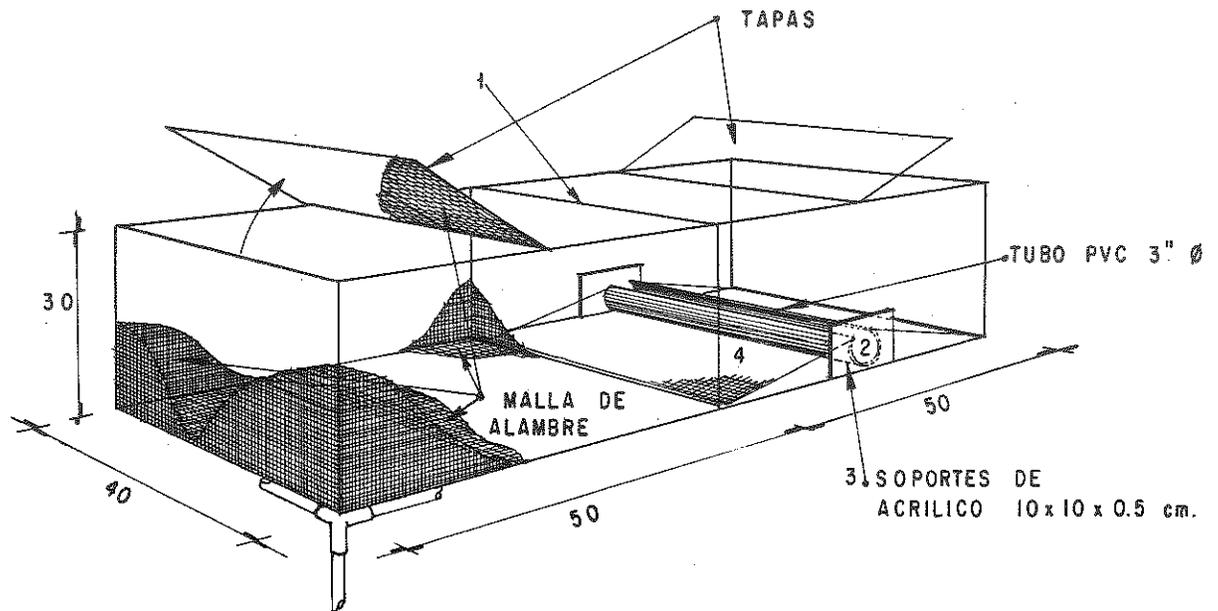


FIG. 21.- Jaula experimental utilizada en la poza de Maneadero

organismos por jaula, 5 de cada lado. La selección de talla fué de 2.3 a 3.5 cm. de longitud de cefalotorax (Tabla. XI).

Las siete jaulas se colocaron en un extremo de la poza que tenía las características de sustrato lodoso, además de ser la zona de menor energía para evitar que éstas fueran desplazadas de lugar (Fig.20).

VI.5. SUB-PRODUCTOS AGRICOLAS

Los alimentos que se escogieron fueron aquellos cultivados en la región como papa y zanahoria Daucus carota, o disponibles en las pozas de riego que de alguna manera fuesen sobrantes o que se quisiera eliminar como el junco Juncus sp. y por último el lodo que es el típico sustrato de estas pozas que contiene una variada microfauna y que estos organismos pueden aprovechar (La Caze, 1976). Los alimentos mencionados, fueron administrados en forma pura y combinada (Tabla XII) y se proporcionaban en base al peso inicial de los organismos, empezando con el 5 %, e incrementándose según la demanda de los organismos en cada jaula.

Tabla XII - Número de jaula con su respectiva dieta asignada al azar.

JAULA	DIETAS PURAS O COMBINADA		
	L O D O	J U N C O	ZANAHORIA- PAPA
1 Pa. Z.			X
2 Lo. Ju. Pa. Z.	X	X	X
3 Lo. Ju.	X	X	
4 Lo.	X		
5 Ju. Pa. Z.		X	X
6 Ju.		X	
7 Lo. Za. P	X		X

Para aislar el efecto del lodo, las jaulas sometidas a las dietas de papa-zanahoria y junco y aquellas combinaciones alimenticias que no tenían lodo asignado, se les hizo una base de PVC de 1/2 pulg. para separarlas del fondo y para que los organismos no estuvieran en contacto con el sustrato como se muestra en la Figura 21-4 .

A las dietas se les asignó una combinación de letras para identificarlas: dieta de papa y zanahoria (Pa.Z.), de lodo, junco y papa-zanahoria (Lo.Ju.Pa.Z.), lodo y junco (Lo.Ju.), de lodo (Lo.), de junco, papa-zanahoria (Ju.Pa.Z.), de junco (Ju.) y la última combinación de lodo, zanahoria-papa (Lo.Za.P). Esta secuencia corresponde a cada una de las siete jaulas respectivamente. La selección de dieta-jaula se hizo al azar (Tabla XII). En las jaulas que tenían la combinación de junco (Ju.), éste se administró siempre al 5 % ya que no era consumido totalmente en el lapso de una semana.

Las jaulas con la combinación de lodo no se modificó ya que éste se encontraba en forma ilimitada.

Se hizo un control cada 10 días del alimento consumido, de la sobrevivencia, de la temperatura del agua, del oxígeno con un oxigenómetro de campo YSI modelo 57, y del pH con un potenciómetro de campo Hatch. El

crecimiento se verificó cada mes midiendo la longitud del cefalotorax (Fig.3) de cada individuo. Se eligió esta medida por ser la más confiable, y correlacionable con la longitud total y el peso ($r= 0.998$) (Sanchez-Saavedra, 1984 manuscrito).

VII. RESULTADOS

VII.1. PARAMETROS FISICOS

Los parámetros físico-químicos fueron relativamente variables (Fig.22). La temperatura fué descendiendo de septiembre a noviembre en forma escalonada desde 24 a 14 grados centígrados , excepto en diciembre en que volvió a subir hasta 19.3 grados centígrados y ya en enero bajó a 13 grados centígrados (Fig.22-a).

El oxígeno presentó tres máximos, ascendiendo en concordancia al descenso de la temperatura y disminuyendo hasta 10.3 ppm. en diciembre cuando aumentó la temperatura a 19.0 grados centígrados lo cual muestra la estrecha relación en ambos parámetros (Fig.22-b.).

El ph en la poza tuvo dos máximos uno en octubre y otro en noviembre, pero se mantuvo entre 6.3 y 7.3 siendo bastante estable durante todo el experimento (Fig.22-c).

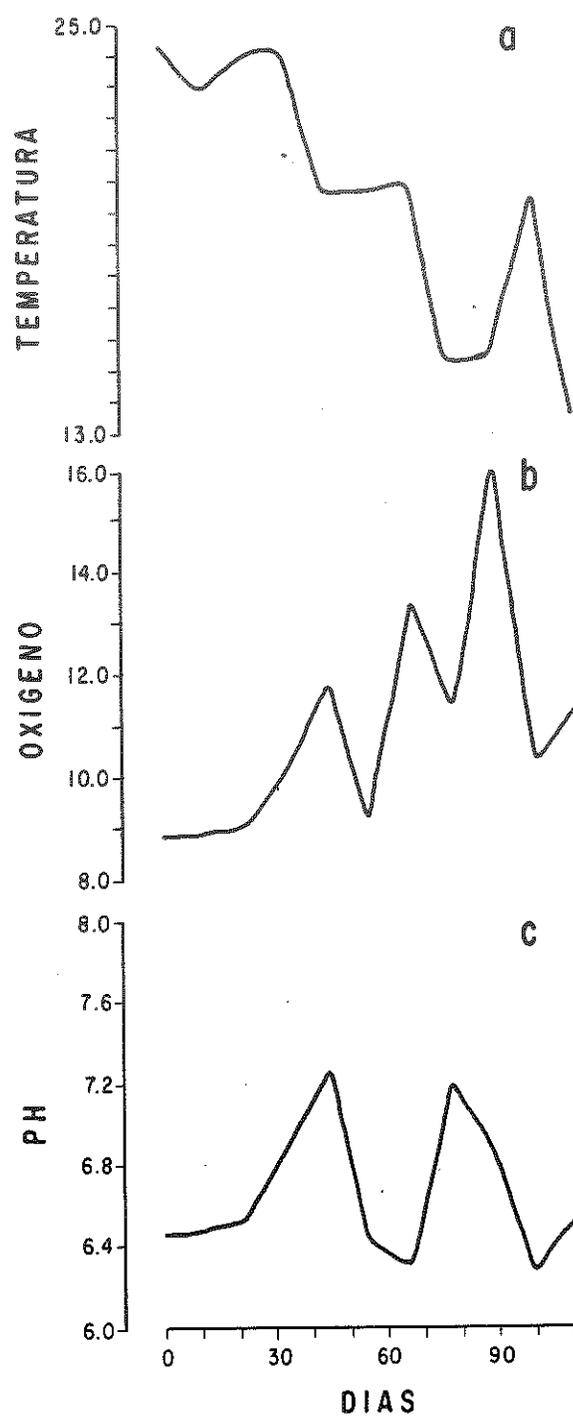


Fig. 22= Parámetros físico químicos de la poza de Maneadero

VII.2. DIETAS

En general y a pocos días de introducidas las dietas se empezaban a descomponer y a ablandarse. La dieta de papa-zanahoria se deterioraba más pronto que la de junco, probablemente debido a que éste último contiene más fibra vegetal y la acción de las bacterias específicas es más dilatada. Por otra parte ésta era consumida más lentamente que la dieta de papa-zanahoria que se administró en mayor porcentaje en cada medición.

En la Figura 23 se muestra el porcentaje de alimento proporcionado en las jaulas 1,2,3,5 y 7 las cuales tenían la combinación de verdura (Pa.Za.)

VII.3. SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO

La medición biológica de la talla (longitud del cefalotorax) (Tabla XIV) y el porcentaje de sobrevivencia (Tabla XIII) en cada una de las jaulas fueron graficados con respecto al tiempo. La sobrevivencia a intervalos de 10- 15 días y el crecimiento (long.cef.) a intervalos mensuales (Fig.24).

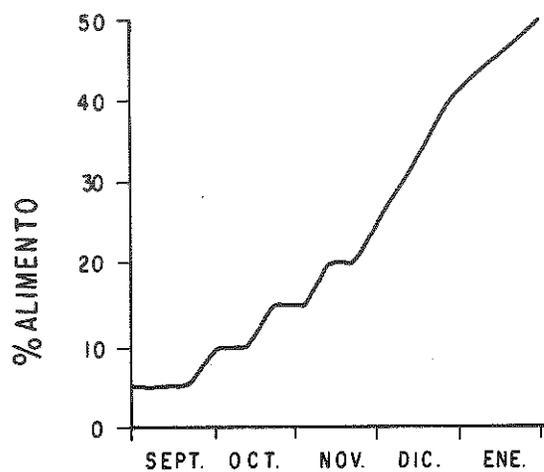


Fig. 23 - Porcentaje de alimento (zanahoria - papa), % administrado en las jaulas 1, 2, 3, 5 y 7 vs. tiempo (meses).

Tabla XIII: Supervivencia % observada en las jaulas colocadas en la poza de maneadero vs. tiempo (meses).

% SOBREVIVENCIA						
MESES						
JAULAS	1	2	3	4	5	MEDIA
1	100	100	90	90	90	94
2	100	90	80	50	50	74
3	100	100	100	60	50	82
4	100	90	80	60	60	78
5	100	80	80	50	50	72
6	100	100	90	90	70	90
7	100	100	90	80	80	90

Tabla XIV: Medición mensual de crecimiento. Longitud de cefalotorax en cm. en cada jaula vs. tiempo (meses).

LONGITUD DEL CEFALOTORAX (Cm)						
MESES						
JAULAS	1	2	3	4	5	MEDIA
1	2.511	3.016	3.168	3.300	3.319	3.063
2	2.682	2.990	3.110	3.228	3.236	3.049
3	2.826	3.081	3.262	3.364	3.388	3.184
4	2.981	2.784	3.178	3.227	3.261	3.086
5	3.141	3.283	3.362	3.378	3.486	3.330
6	3.114	3.055	3.206	3.132	3.111	3.124
7	3.189	3.187	3.281	3.372	3.426	3.291

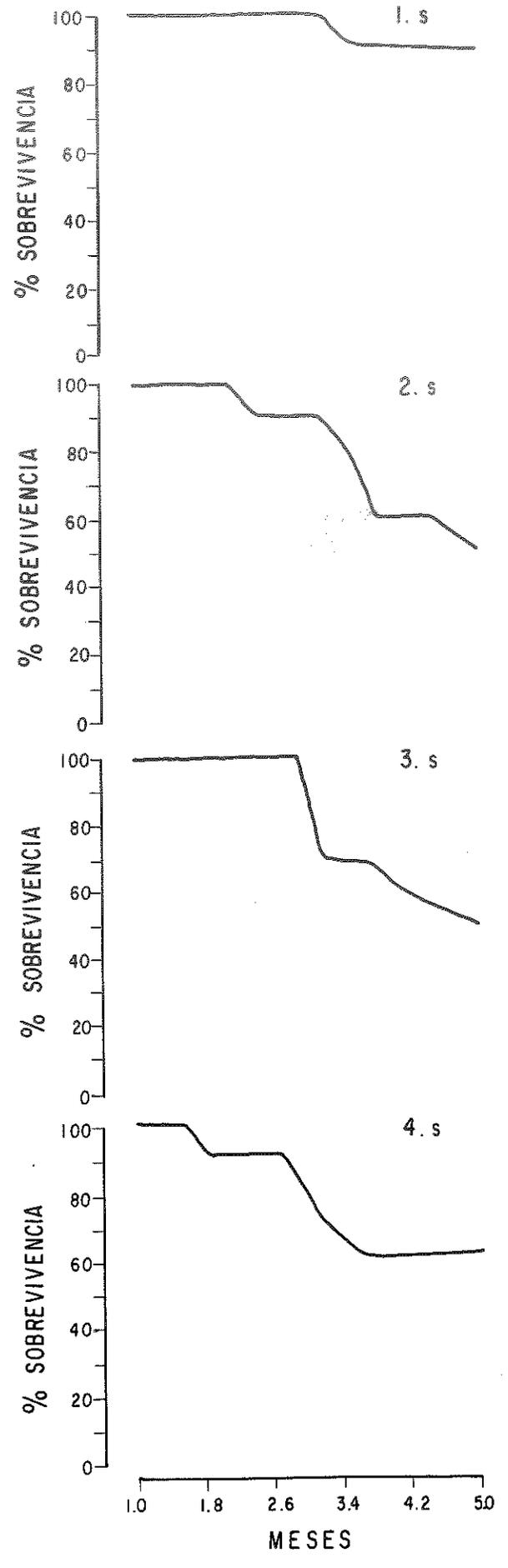
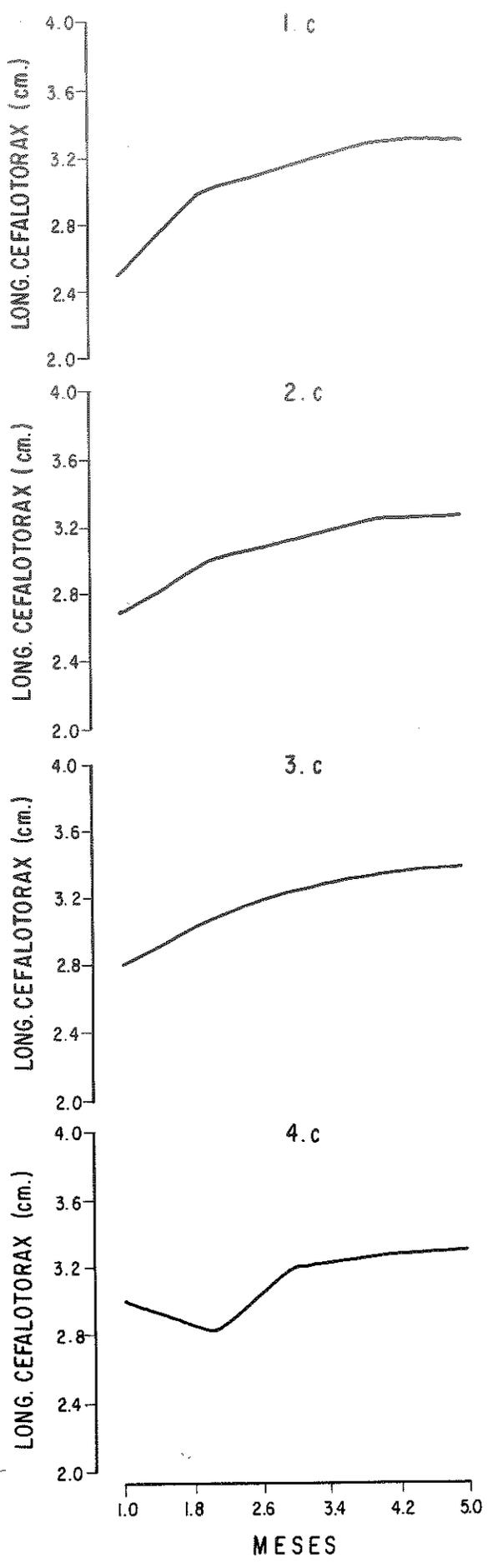


Fig. 24.a = Longitud de cefalotorax (cm.) vs. tiempo (meses); porcentaje de sobrevivencia (%) vs. tiempo (meses), en las diferentes jaulas.

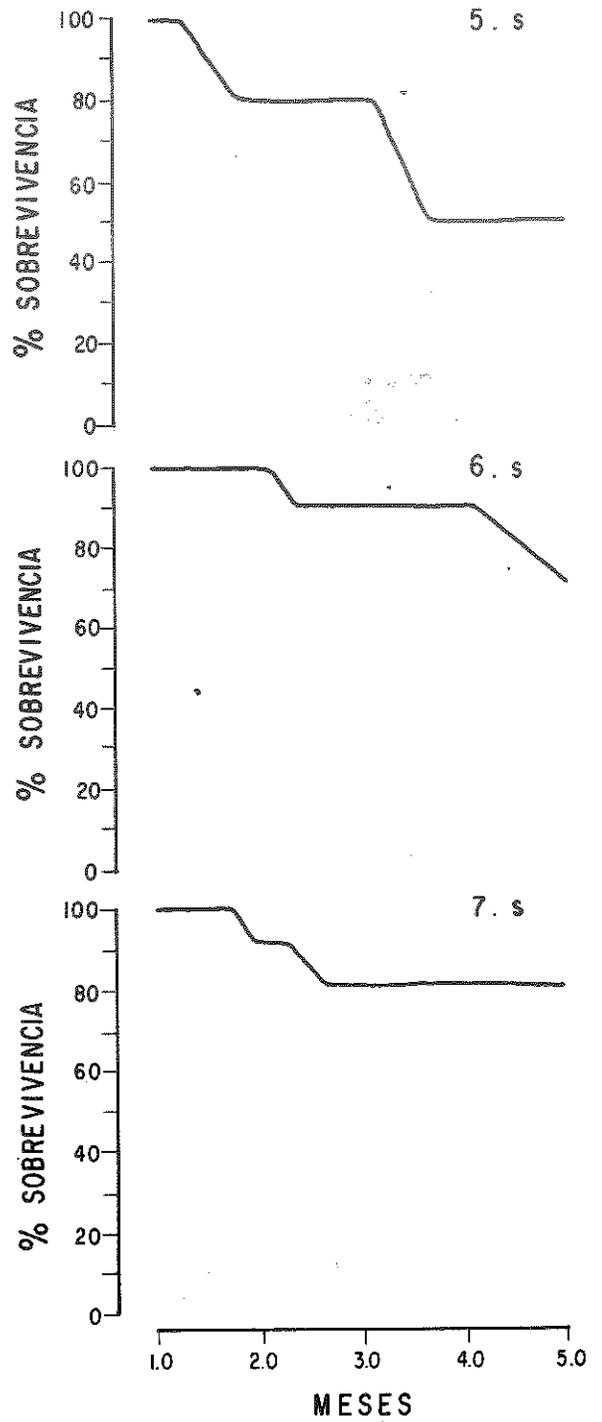
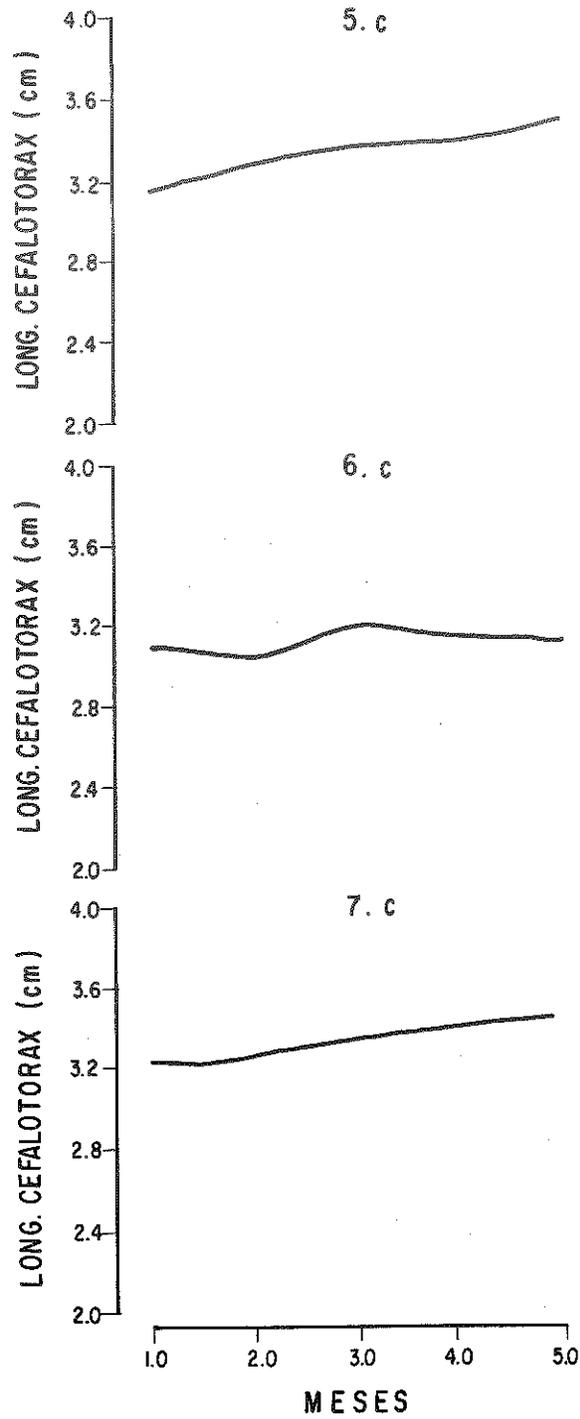


Fig. 24.b : Longitud de cefalotorax (cm.) vs. tiempo (meses), porcentaje de sobrevivencia (%) vs. tiempo (meses), en las diferentes jaulas.

En forma general, en las gráficas de crecimiento (Figs.24-1.c; 24-2.c; 24-3.c; 24-5.c y 24-7.c) que corresponden a las dietas (Pa.Z.), (Lo.Ju.Pa.Z.), (Lo.Ju.), (Ju.Pa.Z.), y (Lo.Za.P.) se observó un incremento gradual durante los cinco meses de estudio (Tabla XIV y XV). Estas jaulas tuvieron dietas combinadas pero en las jaulas 4 y 6 el comportamiento fué diferente con una ligera disminución en los 2 primeros meses y en forma más marcada en la jaula 4 (Lo.) que en la jaula 6 de (Ju.) (Fig.24-4.c y Fig.24-6.c) respectivamente.

En la Tabla XV se muestra el incremento neto mensual de crecimiento en cada dieta. En el periodo sept-oct. la dieta de (Pa.Z.) tuvo el mayor aumento con (0.5052 cm) de longitud del cefalotorax. En el siguiente periodo oct-nov. la dieta (Lo.) fué la de mayor crecimiento (0.3942). En nov-dic. fué la dieta de la jaula 2 (Lo.Ju.Pa.Z.) con (0.1468) cm y por último en dic-ene. la jaula 7 con la dieta combinada de (Lo.Za.P.) tuvo la tasa de cambio mayor en este periodo y en todo el tiempo experimental, (0.5500 cm).

El promedio mensual neto mayor correspondió a la jaula 1 dieta de (Pa.Z.) con (0.1991 cm).

Tabla XV: Incremento neto (longitud de cefalotorax cm.) en cada jaula vs. tiempo (meses).

INCREMENTO NETO DE CRECIMIENTO LONGITUD DE CEFALOTORAX (cm.)							
J a u l a s							
Periodo	1	2	3	4	5	6	7
Sept.-Oct.	.5052	.3080	.2540	.1967	.1430	.0593	.0020
Oct. - Nov.	.1515	.0912	.1818	.3942	.0782	.1516	.0925
Nov. - Dic.	.1380	.1468	.1015	.0495	.0168	.0746	.0917
Dic. - Ene.	.0019	.0080	.0247	.0340	.1080	.0210	.5500
\bar{x}	.1991	.1385	.1405	.1686	.0865	.0766	.1840
σ_{n-1}	.2149	.1265	.09919	.1673	.05348	.0548	.2476
σ_n	1861	.1096	.0859	.1449	.0463	.0474	.2144

Con la información mensual (mediciones de longitud de cefalotorax) de los organismos vs. tiempo (Tabla XIV) se procedió a analizar los resultados haciendo un Análisis de Varianza de una vía (Snedecor y Cochran, 1970) por medio de un programa de la computadora PRIME (C. I. C. E. S. E) llamado Minitab (Ryan et al. 1976) El resultado no fué significativo ($F_{teo.} > F_{calculada}$) ($2.45 > 1.52$ 95 %) (Steel y Torrie, 1969 ; Sokal y Rohlf, 1979) . Se procedió a utilizar el Análisis de Varianza de dos vías con la información mensual de sobrevivencia (Tabla XVI) indicandose que el crecimiento mensual por jaula con respecto al tiempo (Tabla XVI-a) y a la diferencia en cuanto a dieta no fué significativo. Pero el Análisis de Varianza con respecto a la sobrevivencia porcentual con respecto al tiempo y a cada una de las jaulas fué altamente significativo (Tabla XVI-b). El mayor crecimiento promedio sucedió en la jaula 5 (Ju. Pa. Z.) (3.3301 cm.) donde la sobrevivencia fué la más baja (72 %) (Fig. 24-51 y 24-5s).

Tabla XVI.— Analisis de varianza de dos vias (Snedecor y Cochran, 1967)
 a) Crecimiento mensual (long. cefalotorax en cm) vs. Tiempo
 b) % de sobrevivencia vs. Tiempo.

a)

A N V A II VIAS				
Fuente de Variación	g.l.	SS	MS	Fteo
Jaulas	6	0.3757	.0626	5.77
Tiempo	4	0.7906	.1977	3.84
Error	24	0.3615	.0151	1.94
Total	34	1.5278	—	—

$F_{teo} > F_{calc}$
 No significativo

b)

A N V A II VIAS				
Fuente de Variación	g.l.	SS	MS	Fteo
Jaulas	6	2234.3	372.4	3.81
Tiempo	4	6942.9	1735.7	5.75
Error	24	1937.1	80.7	1.94
Total	34	11114.3	—	—

$F_{teo} < F_{calc}$
 Altamente significativo

VIII. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El experimento efectuado puede servir como un antecedente preliminar, para continuar investigando el tema y estimulando en Baja California el cultivo semi-intensivo de Procambarus clarkii.

Las dietas probadas son una posibilidad más, pero se requiere probar otros desechos agrícolas. La papa y la zanahoria a pesar de haber sido buenos alimentos para el crecimiento de este organismo son de hecho de consumo humano y pueden competir en el mismo nivel nutricional. Sería interesante probar con otros forrajes.

Se observó que independientemente de las dietas, el hecho de que los organismos se encontraran confinados en jaulas y considerando que la densidad era adecuada, el efecto del canibalismo se hizo evidente. Aunque los hábitos alimenticios de Procambarus clarkii son omnívoros (La Caze, 1976) El canibalismo aporta proteína animal que no se desprecia y que enmascara los efectos de las dietas con respecto al crecimiento. Además de que la sobrevivencia se ve disminuida. Esto se observa claramente en las (Figs. 24-5L y 24-5s) que corresponden a la jaula 5 dieta (Ju. Pa. Z.)

donde, el crecimiento fué mayor que en todas las jaulas pero la sobrevivencia fué también muy baja. Esto indica además que la frecuencia de muda, momento en el cual los organismos son más indefensos, jugó un papel importante en el aporte de proteína .

Por otra parte, en cuanto a la tasa de crecimiento, se observa que la dieta 1 (Pa.Z.) (Tabla VI) fué la mejor siendo suficiente para evitar el canibalismo y permitir el buen crecimiento de este organismo.

El crecimiento medido en condiciones naturales en el Ejido Ajusco en el manantial de Santa Gertrudiz también fué variable. El crecimiento mayor se dió en los meses de verano (1.03 cm/mes) y se redujo en los meses de invierno (0.2 cm/mes) dando un promedio general en 8 meses de mediciones de (0.73 cm/mes (Sanchez-Saavedra, 1984 manuscrito).

Esto refleja que este experimento fué realizado en los meses de menor incremento debido a las fluctuaciones climáticas principalmente ya que el alimento en las jaulas se tenía en un porcentaje elevado (>5 % del peso inicial).

Con los resultados obtenidos se concluye que Procambarus

clarkii puede vivir y crecer en pozas de riego sin interferir las actividades del agricultor y sin ocasionar gastos ni producir trabajo extra.

Con respecto a las dietas probadas, la dieta de papa y zanahoria, (Daucus__carota) fué la mejor, sin embargo, la de junco es aceptable pero no suficiente, ya que el organismo tiene que esperar a que el agua y el tiempo lo reblandezca. Tal vez a largo plazo esta vegetación pueda ser eliminada con poblaciones no confinadas como es el deseo de los agricultores. La tercera opción, el lodo, permite que el organismo sobreviva pero sin crecer de tal manera que una población no muera en las épocas en que el campesino no tiene desechos que darle a Procambarus_clarkii.

Es importante que se sigan probando otras combinaciones alimenticias y otros forrajes y tal vez hacer otros estudios con la idea de generar un policultivo, ofreciendo así, mayores opciones a los ejidatarios.

IX. RECOMENDACIONES

Se sugiere aclimatar a los adultos durante las épocas de apareamiento a las temperaturas propuestas con el fin de observar si al aclimatar de antemano a la progenie desde la etapa de huevo, se obtiene una mejor sobrevivencia y crecimiento en los tratamientos utilizados.

Modificar las cajas experimentales, eliminando el efecto negativo de las mallas galvanizadas para evitar la contaminación de metales pesados (zinc, cadmio y plomo).

Sería interesante intentar llevar a cabo un bioensayo para conocer la dosis letal para este organismo con estos contaminantes. Lo que ayudaría a corroborar si este fue nocivo y en que grado de dosis.

Para el experimento en condiciones naturales se propone realizarlo en los meses de mayo, junio y septiembre, periodo en el que las poblaciones naturales (Ejido Ajusco) alcanzan un crecimiento mayor.

Probar otros alimentos, en especial, los provenientes de cultivos forrajeros regionales utilizando desechos agrícolas y abatiendo los costos por adición de alimentos suplementarios.

Iniciar el cultivo de esta especie con la colaboración directa de los agricultores y de los ejidos, especialmente para generar una autogestión productiva en base a un manual que se elaborará posteriormente.

LITERATURA CITADA

- Almanza-Heredia, E. y J. A. Almanza-Heredia. 1980. Introducci3n de la carpa herbivora (Ctenopharyngodon idella) en la regi3n de Ensenada Baja California. Tesis de Licenciatura Universidad Aut3noma de Baja California., Ensenada, Baja California, M3xico.
- An3n. 1980. A Review of Crayfish Biology, Culture, and Potential future of the industry in the Pacific Northwest. SH380. 92 U6 B5 cop.2 Marine Sci. Ctr. 68 pp.
- An3n. 1980. Thumbnail sketch, recent aquaculture research at L.S.U., Baton Rouge. La. Fisheries Depart. Publ. 5 pp.
- Avault, J.W. y L. de Bretonne, Jr. 1970 Culture of the crawfish, Louisiana's crustacean king. America Fish Farmer. 1(10): 8-14.
- Avault, J.W., L.W. de la Bretonne y J.V. Huner. 1974 Two major problems in culturing crayfish in ponds :oxygen depletion and overcrowding Proc. Internat. Symp. Freshwater Crayfish, 2:134-144.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther y W.O., Mc Larney, 1972. The

farming and Husbandry of freshwater and marine organisms.
Wiley Interscience, U.S.A. ,686 pp.

- Becker, C. D., R. G. Genoway y J. A. Merrill. 1975.
Resistance on a northwestern crayfish, Pacifastacus
leniusculus (Dana), to elevated temperatures. Trans.
Amer. Fish. Soc. 2: 374-387.
- Black, J.B., y J.V. Huner 1979. Breeding crayfish. Carolina
Tips. Carolina Biological Supply Company. Vol.42. No.4.
- Bott, R. 1950. Die Flusskrebse Europas (Decapoda, Astacidae).
Abhandl. Senckenberg Naturf. Ges. No. 483.
- Chavero, A. 1952. México a traves de los siglos, Tomo I
Historia Antigua. Compañía General de Ediciones, México
D. F. : 387-388.
- Chien, Y.H., y J.W. Avault, Jr. 1978. Double cropping rice,
Oryza__ sativa and red swamp crawfish, Procambarus
clarkii. Presented at 4rth Internat. Symp. Internat.
Assn. Astacology, Thonon-Les-Bains, France, Aug. 28-31.
- Chien, Y.H., y J.W., Jr. Avault 1980. Effects of flooding
dates and types disposal of rice, Oryza_sativa, straw on the
crawfish, Procambarus__clarkii (Girard), culture in rice

fields. Abstracts-Fish Culture Section, A. F. S., Aquaculture 80., p. 14.

Clark, E. F., J. W., . Avault Jr. y S. P. Meyers 1974. Effects of feeding, fertilization, and vegetation on production of red swamp crawfish, Procambarus clarkii. Papers from the International Symposium on Freshwater Crayfish. 2: 125-138.

Coykendall, R. L. 1973. The culture of crayfish native to Oregon. M. T. Oregon State University., Corvallis, Oregon. 82 pp..

Dean, J. L. 1969. Biology of the crayfish Orconectes causeyi and its use for control of aquatic weeds in trout lakes. Tech. Paper 24 : Bureau of Sport and Fish Wild., U. S. D. I., Fish Wild if Serv. 15 pp.

de la Bretonne, L., Jr. 1970. History of crawfish farming. En: Proceeding First Crawfish Research Symposium, Louisiana State University Baton Rouge, La 36 pp.

Fielder, D. D. 1972. Some aspects of the life histories of three closely related crayfish species, Orconectes obscurus, O. sanborni, and O. propinquus. Ohio J. of Sci., 72(3):129-145.

- Gary, D. L. 1974. The commercial crawfish industry in south Louisiana. Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, pp.481-488.
- Goyert, J.C. y J.W., Avault Jr. 1977 . Agricultural by-products as supplemental feed for crayfish Procambarus clarkii. Trans. Amer. Fish. Soc. 106(6) : 629- 633 pp.
- Huner, J.V. 1974. Responce and growth of freshwater crawfish to an extruded ,water-stable diet. Papers from the Second International Symposium of Fresh Water Crawfish, Baton Rouge, Louisiana U.S.A.
- Huner, J.V. 1975. Observations on the life histories of recreationally important crawfishes in temporary habitats. Div. Biol. Science. ,Louisiana Academy of Sciences Publ.,38: 20-24.
- Huner, J.V. 1976b . Raising crawfish for food and fish bait. A new poly culture group with fish. Fisheries 1(12) 7-9.
- Huner, J.V. 1978. Information about population biology for crawfish pond managers. At the Annual Meeting of the

Louisiana Crawfish farmers Association: 1-9 pp.

Huner, J.V. 1978b Crawfish population dynamics as they affect production in several small, open commercial crawfish ponds in Louisiana. Proc. World Mari. Soc. Meet., 9:619-640.

Huner, J.V. 1979. Monitoring red crawfish population in Louisiana crawfish pond. At the Annual Meeting of the Louisiana Crawfish Farmers Association : 1-4 pp.

Huner, J.V. y J.W. Avault, Jr. 1976a The molt cycle of subadult red swamp crawfish, Procambarus clarkii (Girard). Proc. World Mari. Soc. 7:267-273.

Huner, J.V. y J.W. Avault, Jr. 1978a. Introductions of Procambarus clarkii. A report to the introductions comitee of the International Association of Astacology, fourth Biennial Meeting., Thonon-les-Bains, France, 28-31 August 1978. Freshwater Crayfish 4:191-194 (1978).

Huner, J.V. y J.E. Barr. 1980. Red swamp crawfish : Biology and exploitation. Center for Wetland Resources. Louisiana State University., Baton Rouge, LA, T-80-001 148 pp.

- Hutton, M.I. 1973. The effects of water velocity, photoperiod, and substrate on the survival and growth of subyearling Oregon crayfish (Pacifastacus_trowbridgii) Stimpson. M. S. Thesis, Oregon State University., Corvallis, Oregon. 59 pp.
- Johnson, S.K. 1977. Crawfish and freshwater shrimp diseases. Sea Grant Publ. Texas A. M., No. TAMU-SG-77-605. 19 pp.
- Johnson, W.B., Jr. y J.W. Avault 1982. Effects of poultry waste supplementation to rice-crayfish (Oriza_sativa-Procambarus_clarkii) culture ponds. Aquaculture, 29:109-123.
- La Caze, C. 1976. Crawfish farming. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission, Bull.No.7: 1-26 pp.
- Lovell, R.T. 1979. Fish Culture in the United State Science, 206 1368-1372.
- Loyacano, H. 1967. Some effects of salinity on two population of red swamp crawfish, Procambarus_clarkii Proc. 21st Annual Conf. S. E. Assn. Fish and Game Comm., 21:423-434.

- Mason, J.C. 1963. Life history and production of the crayfish, Pacifastacus leniusculus P. ____ trowbridgii (Stimpson) in small woodland stream. Masters Thesis, Fisheries Oregon State Univ. 204 pp.
- Mason, J.C. 1969. Egg-Laying in the wester north american crayfish Pacifastacus ____ trowbridgii (Stimpson) (Decapoda, Astacidae). *Crustaceana*, 19
- Mason J.C. 1978. Effects of temperature, photoperiod, substrate and shelter on survival, growth, and biomass. *Proc. Internat. Symp. Freshwater Crayfish* 4: 83-92.
- Momot, W.T., y H. Gowing. 1974. The cohort production and life cycle turnover ratio of the crayfish, Orconectes virilis, in three Michigan lakes. *Proc. Internat. Symp. Freshwater Crayfish*, 2 : 489-495.
- Miller, G.C., y J.M. VanHying. 1970 The commercial fishery for freshwater crayfish, Pacifastacus ____ leniusculus (Astacidae), in Oregon, 1893-1956. *Research Reports of the Fish. Comm. of Oregon*, 2(1):77-89.
- Miltner, M.R., y J.W. Avault, Jr. 1980. An evaluation of rice Oryza sativa and Japanese millet Echinochloa frumantacea)

- as forage for red swamp crawfish, (Procambarus clarkii).
Abstracts-Fish Culture Section, A. F. S., Aquaculture 80:p
15.
- Nelson, R. G. y J. S. Dendy. 1978. Effects of various
culture conditions on survival and reproduction of red
swamp crayfish (Procambarus clarkii). Freshwater
Crayfish. 4: 305-312 .
- Nelson, R. G., y J. S. Dendy. 1979. Conditions for holding
and propagating crawfish broodstock (Procambarus clarkii).
Submitted to World Maric. Soc., 10th Annual Meeting. 11 pp.
- Penn, G. H. 1943. A study of the life history of the
Louisiana red-crawfish Procambarus clarkii (Girard).
Ecology. 24: 1-18.
- Riegel, J. A. 1958. The systematics and distribution of
crayfishes in California. Calif. Fish and Game 29-50.
- Romaire, R. P. y J. V. Huner. 1978. Size at maturity as a
means of comparing populations of Procambarus clarkii
(Girard) (Crustacea, Decapoda) from different habitats.
Proc. Internat. Symp. Freshwater Crayfish, 4. (44):
37-44.

- Ryan, T. A. Jr., B. L. Joiner y B. F. Ryan. 1976. Minitab Student Handbook. Duxburry Press North Scituate., Massachusetts. 341 pp.
- Schwartz, F.J., R. Rubelmann, y J. Allison. 1963. Ecological population expansion of the introduced crayfish, Orconectes virilis. Ohio J. Sci. 63(6):266-273.
- Sharfstein, B.A., y C. Charfin. 1979. Red swamp crayfish : short-term effects of salinity on survival and growth. Proc. Fish. Culturist 41 (3): 156-157
- Snedecor, G. W. y W.G. Cochran 1970. Statistical Methods. The IOWA State University Press., Ames, IOWA, U.S.A.
- Sokal, R.R., y F.J., Rohlf 1979. Biometry. Principles methods statistics in the Biology Research.
- Steel y Torrie. 1969. Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill., New York 499pp.
- Vey, A. 1977. Mycoses des Crustaces. Oceanis 3 (5)
- Villalobos, A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana (Crustacea, Decapoda). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Autónoma

Nacional de México., México, D. F. 320 pp.

11 ANEXO I

Programa MINITAB (Ryan y Joiner, 1976).

PROGRAMA DE MUESTREO AL AZAR EXPERIMENTO NUTRICIONAL HEMBRA

**

GENE 1 159 C1

SAMPLE 8 C1 C2

ORDER C2 C3

PRINT C3

JOIN C3 0 C4

PRINT C5

JOIN 160 C3 C5

PRINT C4 C5

SUBT C4 C5 C6

PRINT C6

PLOT C1 C6

STOP

** Este programa se basó en el número de crías de cada hembra.

