

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

"ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EL CULTIVO DEL CAMARON
AZUL (PENAEUS STYLIROSTRIS) EN SUS ETAPAS DE MATER -
NIDAD Y PREENGORDA".

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

OCEANOLOGO

PRESENTA

ALFONSO CASTELLANOS JIMENEZ

CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

HERMOSILLO, SONORA.

MARZO ,1982

R E C O N O C I M I E N T O

Mi más sincero reconocimiento al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.) y a su Director, M.S. Xicoténcatl Murrieta S., por su valiosa ayuda y cooperación en la realización de este trabajo.

A G R A D E C I M I E N T O S

Agradezco sinceramente a mis asesores: OC. Víctor Gendrop y M. en C. Carlos Villavicencio L., por su valiosa ayuda y consejos en el desarrollo de este trabajo, así como a las siguientes personas que directa e indirectamente intervinieron en el mismo:

P.O. Agraz Fernando
OC. Almanza Antonio
OC. Ballesteros Guadalupe
Dr. Bertsch Hanz
T.P. Delgado Rogelio
Escobar Celia
Galaz Alejandra
T.P. Godínez Pedro
OC. Islas René
M.C. Martínez Luis
M.C. Meza Jesús
OC. Miranda Marcos
F.M. Pinet René
P.O. Robles Miguel
I.Q. Rodríguez Armando
Vázquez Isidro
Biol. Villarreal Guillermo

A MIS PADRES:

Que siempre me han brindado su apoyo
y han sido mis guías en el camino de
mi superación.

A MIS HERMANOS.

A MIS SOBRINOS.

INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCION -----	1
II. OBJETIVO -----	9
III. MATERIALES Y METODOS -----	10
a).-Localización y descripción del área de estudio---	10
b).-Abastecimiento de agua de mar de las instalaciones -----	12
c).-Estructuras de maternidad -----	14
d).-Estructuras de preengorda -----	16
e).-Diseño experimental -----	18
f).-Factores de manipulación -----	22
f.1) Fuente y manejo de postlarvas-----	22
f.2) Alimento -----	23
f.3) Crecimiento-----	25
f.4) Supervivencia-----	26
g).-Medición de parámetros fisicoquímicos-----	28
g.1) Salinidad -----	28
g.2) Temperatura-----	28
g.3) Oxígeno disuelto -----	28
g.4) pH -----	29
g.5) Amonio -----	29
h).-Procesamiento de la información -----	29
IV. RESULTADOS -----	31
V. DISCUSION-----	52
VI. CONCLUSIONES-----	61
VII. RECOMENDACIONES-----	62
VIII. BIBLIOGRAFIA -----	64

ANEXO 1.

INDICE DE TABLAS

	Pag.
1.- Diseño experimental -----	21
2.- Lista de constituyentes del alimento artificial para maternidad y preengorda -----	24
3.- Raciones de alimento proporcionado en maternidad y preengorda -----	25
4.- Resumen de resultados de las 4 series experimentales -----	37
5.- Resumen de parámetros fisicoquímicos en maternidad -----	40
6.- Resumen de parámetros fisicoquímicos en preengorda-----	41
7.- Análisis de varianza de las tres primeras series en maternidad -----	45
8.- Análisis de varianza de las tres primeras series en preengorda -----	47
9.- Coeficiente de correlación de las 4 series en maternidad de los parámetros D/m^2 inicial y final, \bar{X} de peso final, porcentaje de sobrevivencia y conversión de alimento con rendimiento/ m^2 -----	51
10.- Coeficiente de correlación de las 4 series en preengorda de los parámetros D/m^2 inicial y final, \bar{X} de peso final, porcentaje de supervivencia y conversión de alimento con rendimiento/ m^2 -----	51
11.- Coeficiente de correlación de la conversión de alimento con biomasa cultivada, en maternidad y preengorda -----	51

INDICE DE FIGURAS

	pag.
1.- Sistema de tapos y corrales -----	6
2.- Detalle de corral de cultivo -----	7
3.- Diagrama y localización del laboratorio de la Unidad Experimental Kino -----	11
4.- Mapa de localización del área de estudio-----	13
5.- Diagrama del sistema de circulación de agua en tanques de maternidad -----	15
6.- Detalle de filtro utilizado en maternidad y preengorda -----	17
7.- Distribución de agua en estanques de preengorda -----	19
8.- Curvas de crecimiento en gramos/semana de la serie 1, en maternidad y preengorda -----	32
9.- Curvas de crecimiento en gramos/semana de la serie 2, en maternidad y preengorda-----	33
10.- Curvas de crecimiento en gramos/semana de la serie 3, en maternidad y preengorda -----	34
11.- Curvas de crecimiento en gramos/semana de la serie 4, en maternidad y preengorda -----	35
12.- Gráfica de rendimiento (kg/m ²) de la serie 4, en preengorda -----	48

I. INTRODUCCION

México es un país en vías de desarrollo con una extensión costera muy grande y con una variedad de climas como pocos países lo tienen. Por lo que es preciso aprovechar nuestras costas enfocando las investigaciones hacia el aprovechamiento de los recursos marinos con que contamos; los cuales son los que dan sustento económico al sector pesquero; el cual podría obtener mayores fuentes de trabajo para poder satisfacer así, sus necesidades primarias.

El camarón es uno de los recursos marinos naturales con que cuenta nuestro país, siendo además uno de los crustáceos de mayor importancia pesquera y comercial, además de servir como fuente de alimento humano. En las últimas décadas, la explotación de los recursos del camarón en el mundo, ha alcanzado un incremento considerable según nos demuestran las estadísticas; este recurso, sobre todo, en alta mar se encuentra en el máximo de captura sostenible (Pérez, Infante y Villavicencio, 1974), lo que ha determinado que actualmente las pesquerías de este crustáceo hayan adquirido un valor muy importante. Esto ha traído como consecuencia que las investigaciones a todo nivel se intensifiquen con el fin de asegurar una producción máxima sostenible año tras año.

Además, ante la demanda siempre creciente del producto, se busca incrementar su producción para lo cual no sólo se tratan de localizar nuevas áreas de pesca y utilizar técnicas de captura más modernas, sino aplicar técnicas de cultivo, las cuales se están implementando a nivel mundial.

Según Pérez, Infante y Villavicencio, 1974, en acuicultura cuando se habla de cultivar un organismo marino, debe seleccionarse una especie que sea apropiada para el cultivo y para que esto suceda requiere de varias condiciones:

- 1).- Ser capaz de incubarse desde huevo a todos los estadios y mantenerse en cautiverio, hasta que puedan ser cosechados,
- 2).- Alcanzar tallas comerciales en períodos cortos,
- 3).- Resistir enfermedades y condiciones desfavorables del medio ambiente y
- 4).- Tener un alto valor en el mercado.

Tomando en cuenta las condiciones que se mencionaron anteriormente, se escogió trabajar con esta especie de camarón ya que cumple con los requisitos establecidos siendo además una especie con una gran resistencia a condiciones adversas (comunicación personal) y una gran abundancia en la zona de estudio y con un rango muy amplio de distribución que va desde Baja California, México hasta Perú (Chapa, 1956).

El cultivo de camarón que se practica en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, consta de tres etapas a partir de postlarvas:

"maternidad"^{1/}, preengorda y engorda. En la etapa de maternidad, se mantiene el camarón durante los estadios postlarvales, y sirve de acondicionamiento de las postlarvas, para posteriormente pasarse a las estructuras de preengorda.

En preengorda el camarón entra como juvenil, sirviendo como una etapa de preparación, para entrar a la engorda. En la etapa de engorda, se mantiene el camarón hasta alcanzar las tallas comerciales, y una vez alcanzadas, se procede a la cosecha.

Las estructuras de cultivo en engorda pueden variar según el tipo de cultivo que se utilice, lo mismo que el tiempo de permanencia de los camarones en cada una de las etapas.

Los primeros estudios que se realizaron sobre el cultivo del camarón fueron hechos en Japón por el Dr. Fujinaga (Hudinaga) en 1933 con Penaeus japonicus, siendo hasta 1959 que se estableció la primera planta comercial en Takamatsu, Japón.

En sus estudios el Dr. Fujinaga reportó el descubrimiento de que P. japonicus podía desovar en ambiente controlado, y que los huevos podían hacerse eclosionar fácilmente en un tanque de laboratorio. Estudios posteriores

^{1/} Se utiliza la palabra "maternidad" por no existir un término en español equivalente a la palabra en Inglés "nursery" que esté reconocido como el más adecuado, quedando sujeta a posibles cambios.

demonstraron que otras especies también podían desovar en ambiente controlado (Fujinaga, 1970).

Se han realizado estudios enfocados al cultivo con diferentes especies de camarón, como son los trabajos de Shigueno en 1972 y Fujinaga en 1967 y 1970 que trabajaron con P. japonicus; Cook en 1969 y Mock y Murphy en 1970 que trabajaron con P. setiferus y P. aztecus; Pérez y Ros en 1974, Pérez y Oliva en 1976 que trabajaron con P. schmitti.

Los estudios sobre P. stylirostris son pocos, siendo de interés para este estudio el trabajo de Parker y Conte en 1973. Haciendo, estos una comparación entre los cultivos en estanques de P. vannamei y P. stylirostris en los que reportan mejores resultados para P. vannamei en cuanto a supervivencia y crecimiento se refiere. También reportan que entre los dos cultivos de P. vannamei hubo diferencias de crecimiento, que atribuyen al tiempo de permanencia entre las etapas de maternidad y preengorda. Sin embargo consideran que hubo algunos factores en el cultivo de P. stylirostris que no se manejaron bien, dando por consiguiente resultados menos satisfactorios para esta especie, y así mismo consideran que es necesario continuar los estudios sobre estas especies.

Las investigaciones sobre el camarón y su cultivo han progresado considerablemente en la última década; desarrollándose la acuicultura de este crustáceo en América del Norte, Japón y otros países del Asia. Ultimamente en América Latina, un número importante de instituciones e

investigadores están llevando a cabo trabajos experimentales o como planta piloto, (Boshi, 1974).

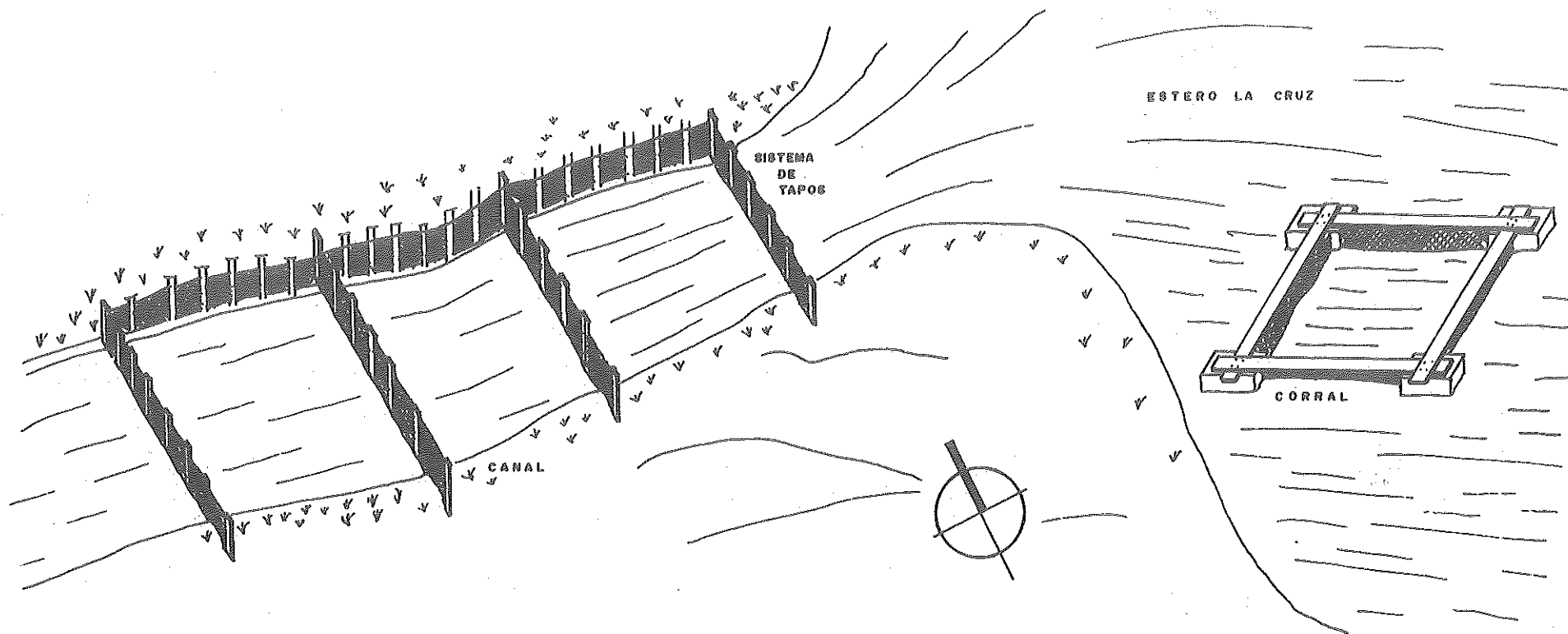
En México, el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.) , está llevando a cabo experimentos sobre el cultivo del camarón azul, (*Penaeus stylirostris*) en ambiente controlado y en medio ambiente (esteros); en sus unidades experimentales de Puerto Peñasco (U.E.P.) y Bahía Kino (U.E.K.).

A partir de 1973 se inició en la U.E.P. el cultivo del camarón en ambiente controlado a nivel experimental. Posteriormente se logró superar esta etapa para establecer una planta piloto a un nivel semicomercial. Las estructuras utilizadas en la U.E.P. para el cultivo son acuaceldas cubiertas por domos de plástico inflados.

Pensando en desarrollar una tecnología menos sofisticada se empezó a trabajar en el cultivo en esteros a partir de 1975, realizándose los primeros estudios en el estero de Santa Rosa, (Villavicencio, 1975 y Martínez, 1976) y posteriormente en el estero de La Cruz (Villavicencio, 1977-1979) que es donde actualmente se está trabajando.

Inicialmente se probó el sistema de tapos rústicos en un brazo del estero, llevados a cabo con red sujeta a pilotes de madera. Después se hicieron cultivos en corrales flotantes que consisten de un marco de madera con flotadores de poliuretano (Fig. 1 y 2) y una red plástica en forma de bolsa sujeta al marco. Con este sistema que es con el que

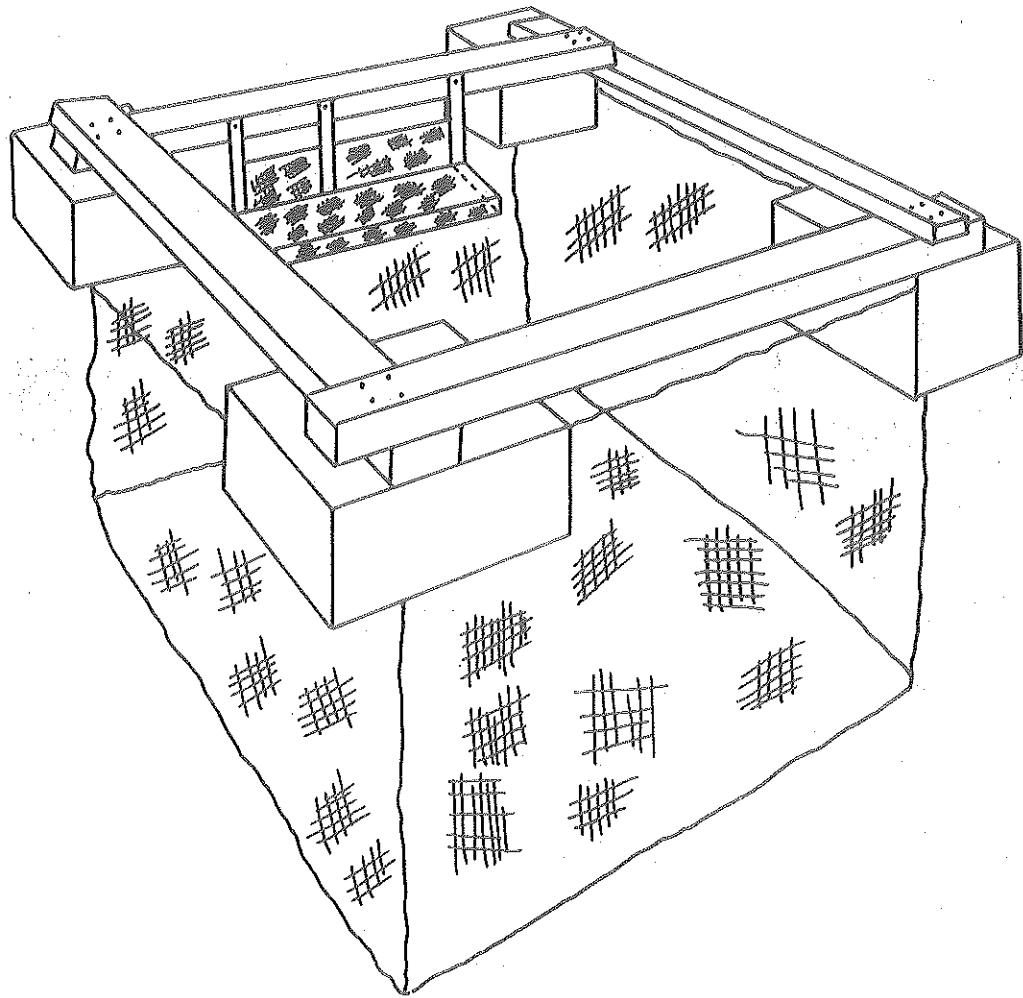
FIG.- 1



ESTRUCTURAS DE CULTIVO

SISTEMA DE TAPOS RUSTICO Y CORRAL

FIG. 2
Corral de Cultivo



actualmente se trabaja se han obtenido buenos resultados a nivel experimental.

Sin embargo ha presentado varios inconvenientes y uno de ellos es que en algunas épocas del año algunos parámetros fisicoquímicos (temperatura y oxígeno disuelto) se vuelven críticos para la especie, provocando muertes masivas o poco crecimiento y otro el poco control que se tiene sobre la población. En base a los resultados obtenidos en los sistemas anteriores y con miras a desarrollar una técnica de cultivo más eficientes se pensó en experimentar con el sistema de cultivo en estanque, el cual contará con estructuras de maternidad, preengorda y engorda. Este es un sistema nuevo con el que no se ha trabajado en este Centro.

En acuicultura se requiere del conocimiento esencial de la especie cultivada. El camarón azul solo puede desarrollarse de una manera óptima dentro de ciertos rangos de variación, estos los constituyen los diferentes parámetros bióticos y abióticos, donde salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y disponibilidad de alimentos son los más importantes.

Por las razones mencionadas anteriormente surgió la necesidad de realizar un estudio preliminar para establecer los requerimientos básicos de cultivo, los cuales son planteados en el objetivo de este trabajo.

II. OBJETIVO

El objetivo primordial de este trabajo es desarrollar una técnica eficiente en maternidad y preengorda de camarón azul a nivel experimental para establecer los requerimientos básicos para el diseño de estructuras de cultivo con miras a la producción comercial. Para lo cual se plantea encontrar:

- a) Densidades óptimas de población por metro cuadrado.
- b) Tiempo óptimo de permanencia en maternidad y preengorda.
- c) Relación del índice de conversión de alimento contra biomasa cultivada.
- d) Relación de parámetros fisicoquímicos contra el crecimiento y supervivencia del camarón.

III. MATERIALES Y METODOS

a) Localización y descripción del área de estudio.

La U.E.K. se encuentra localizada en Bahía de Kino, Sonora, entre los $28^{\circ}45'$ y $28^{\circ}49'$ de latitud Norte y entre los $111^{\circ}51'$ y $111^{\circ}55'$ de longitud Oeste. Las instalaciones de cultivo y laboratorio se encuentran localizados a 70 metros de la playa en el extremo Sur de la Bahía, que cuenta con una extensión costera de 9 km aproximadamente. Cuenta con los servicios de agua potable y electricidad y las facilidades de una zona urbanizada.

El laboratorio cuenta con un pequeño almacén para herramientas y equipo de trabajo y otro para alimento del camarón, un laboratorio de análisis químicos, equipado con el material y equipo necesario para los análisis químicos realizados durante los cultivos, un laboratorio húmedo, donde se encuentran acuarios de vidrio, tanques de fibra de vidrio para el cultivo de camarón y compresor de aire. En el exterior del laboratorio se encuentran las pilas de preengorda y un pequeño lago formado por las descargas de agua de mar de las estructuras de cultivo y un pozo de agua de mar que surte las instalaciones de cultivo. (Fig.3).

Vías de comunicación: la población cuenta con vías de acceso por aire y por tierra. La ciudad de importancia más próxima es la ciudad de Hermosillo, capital del estado, que

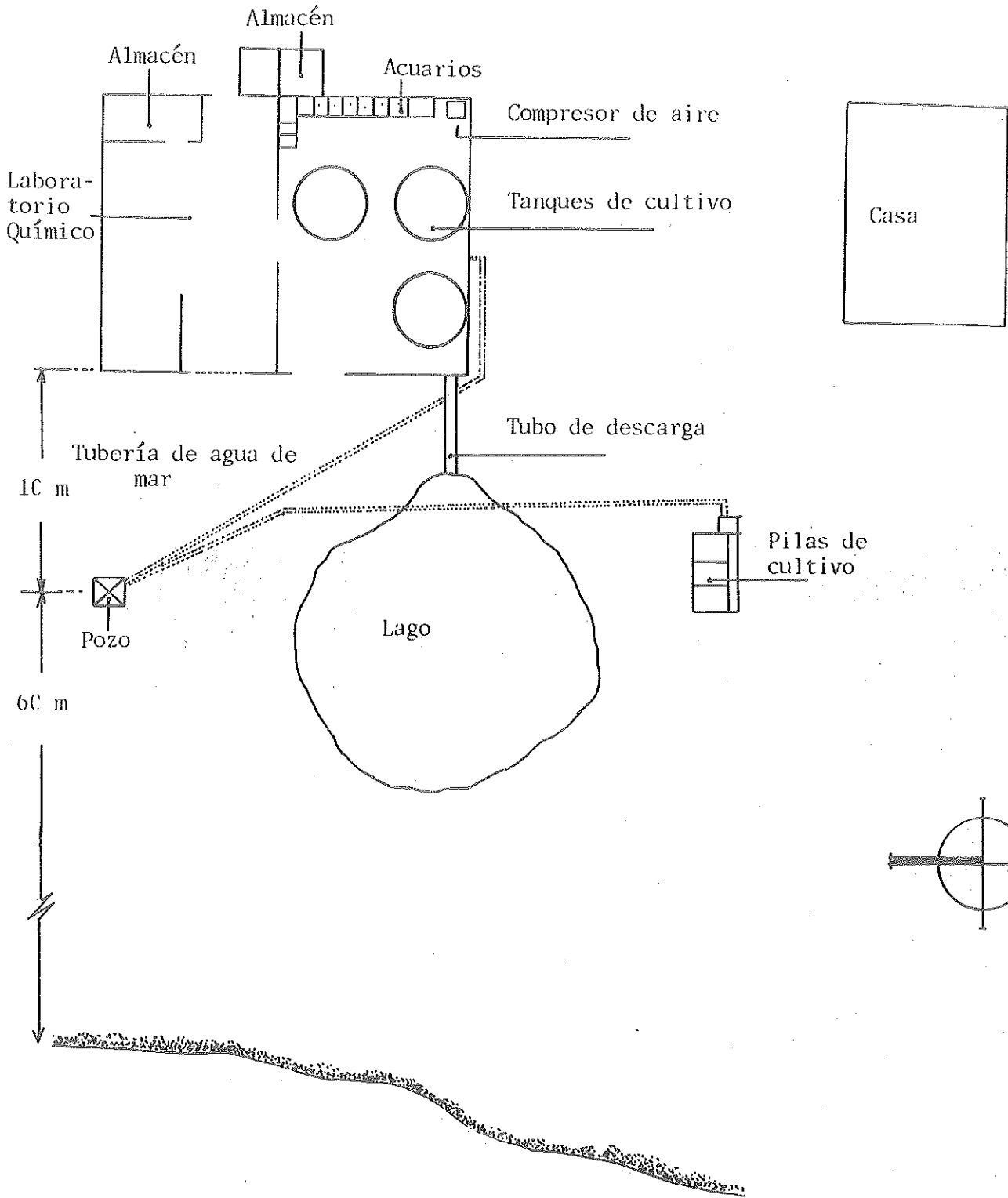


FIG.- No. 3 DIAGRAMA Y LOCALIZACION DE LABORATORIO UNIDAD EXPERIMENTAL, KINO.

se encuentra a 105 km hacia el Este. La carretera que une estas poblaciones se encuentra totalmente pavimentada (Fig.4).

Climatología: En el período comprendido entre 1964 y 1979 la temperatura máxima fue de 42°C, la temperatura mínima fue de -1.0°C y la temperatura media de 20.7°C. Los meses más cálidos son julio y septiembre y los más fríos, diciembre, enero y febrero. El período de mayor precipitación es de julio a septiembre con un promedio anual de 0.78 cm (SARH, 1980. [Comunicación Personal]).

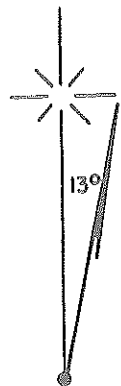
b) Abastecimiento de agua de mar de las instalaciones.

El abastecimiento de agua para las estructuras de cultivo proviene de un pozo de agua de mar, situado a 60 m de la playa con una profundidad de 12 m, equipado con dos bombas de 1½ Hp cada una. Una se utiliza para las estructuras de maternidad, acuarios y otros tanques pequeños de cultivo y la otra para las estructuras de preengorda.

Debido a las características arenosas del área de estudio, no se requiere de la filtración del agua extraída del pozo, puesto que ya ha sido filtrada por la arena existente en el subsuelo.

La salinidad y temperatura del agua del pozo se mantienen casi constantes durante todo el año teniendo un rango de salinidad de 33 a 34‰ y un rango de temperatura de 24 a 25°C.

Punta
San Ignacio



BAHIA KINO

Kino

Isla Alcatr az

Estero
La Cruz

Punta
Kino

112°00'

111°55'

111°50'

28°
50'

28°
45'

FIG. N° 4

Localización del Area de Estudio.

c) Estructuras de maternidad.

Se contó con tres tanques redondos de fibra de vidrio de aproximadamente 4,000 l cada uno. Los tanques se encuentran situados en el interior del laboratorio, los cuales cuentan con sistemas de circulación continua de agua de mar y aereación: El sistema de circulación continuo consiste de: un tubo de pvc de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro con pequeñas perforaciones, colocado en la parte superior de cada tanque, unido a la tubería de pvc de $1\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro, proveniente de la bomba del pozo. El agua proveniente del pozo fluye a presión a través de las perforaciones provocando una turbulencia al caer al agua del tanque, permitiendo así su oxigenación. Dichas perforaciones están orientadas de manera tal que se forma un movimiento circular del agua dentro del tanque (Fig.5). El flujo de agua obtenido de la bomba nos permite tener nueve cambios de agua por día por cada tanque.

El sistema que provee de aereación consta de una bomba de aire marca Cyclonair Blower Rotron Inc. Mod. CHE 3 de 0.6 HP. En la parte superior de cada tanque se encuentra un tubo pvc de $\frac{3}{4}$ de pulgada con perforaciones, en las cuales se encuentran pequeñas válvulas con mangueras de plástico flexible de 2 mm de diámetro, provistas cada una con piedras de aereación.

El flujo de aire producido por la bomba pasa a través de un filtro rudimentario, para de ahí pasar a la tubería, y su entrada a los tanques de cultivo es regulada por medio de las válvulas antes mencionadas.

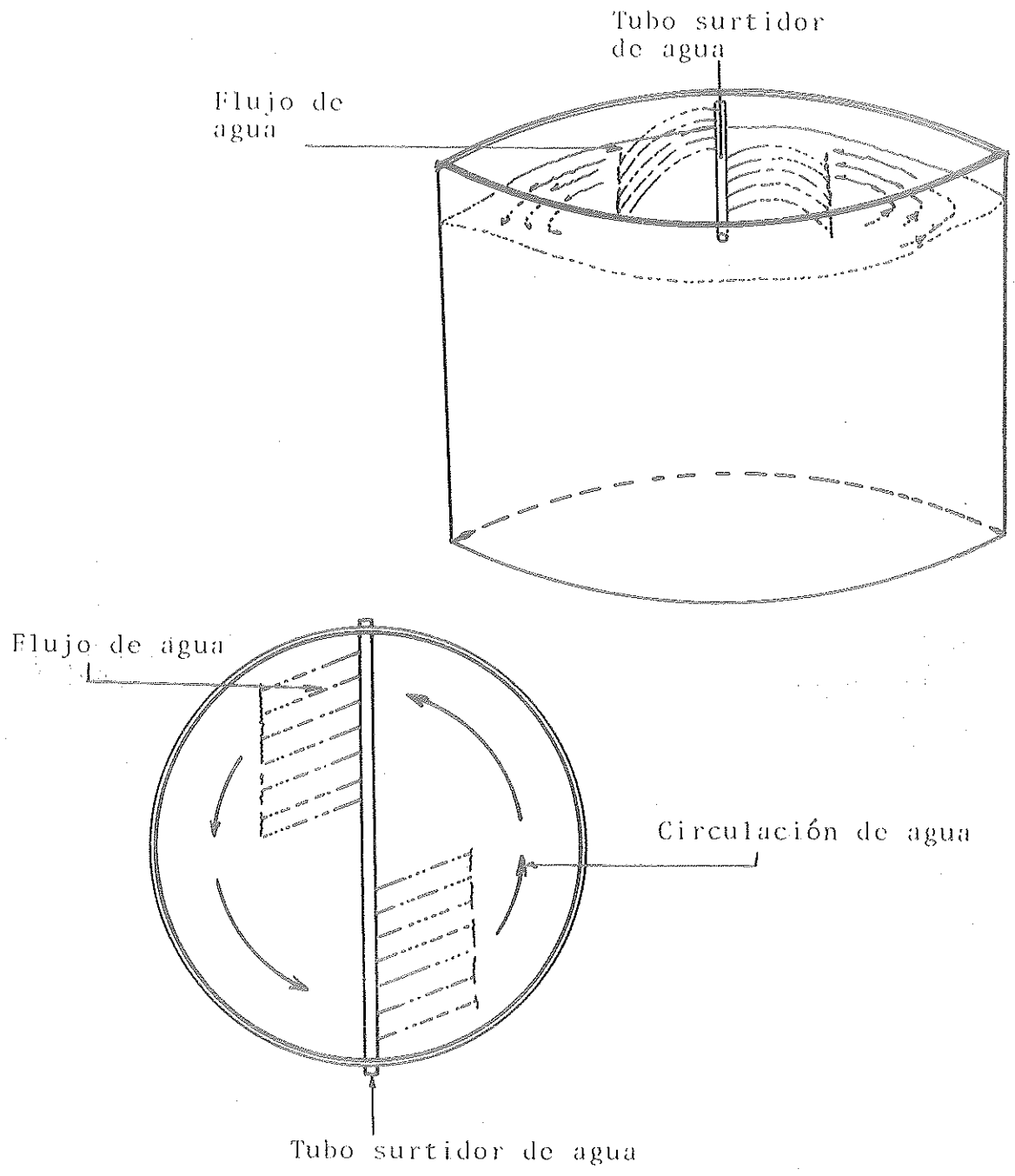


FIG.- No. 5 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE CIRCULACION DE AGUA EN TANQUES DE MATERNIDAD.

En el fondo de cada tanque se colocó un tubo pvc de 1 pulgada de diámetro y 0.7 m de alto. En el extremo superior del tubo se colocó un filtro consistente de una estructura de alambre sujeta a la boca del tubo y forrada con una maya de plástico con una luz de 1.5 mm (Fig.6).

La tubería de desagüe de cada tanque se conecta a un tubo común de pvc de 4 pulgadas de diámetro, el cual lleva el agua hasta el pequeño lago mencionado anteriormente, situado a 15 m del laboratorio.

El nivel del agua se mantiene por medio del tubo en cada tanque, antes mencionado, permitiendo la salida del agua y evitando la fuga de postlarvas. El agua se descarga finalmente en el pequeño lago.

La salinidad y temperatura se mantienen casi constantes, en un rango de 33 a 34‰ y 24 a 25°C respectivamente.

d) Estructuras de Preengorda.

En preengorda se utilizaron tres estanques de cemento de 2 x 2 x 2 m de 6400 l de capacidad cada una, situadas en el exterior del laboratorio. Las estructuras cuentan con un sistema de circulación continua de agua de mar. En un principio el sistema de circulación que se utilizó, consistía en una pileta para la recepción de agua del pozo y un canal de cemento, en la parte lateral de los estanques, el cual se comunicaba con estos por medio de una compuerta de 50 cm con una pequeña plataforma de cemento. El agua del pozo era descargada en la

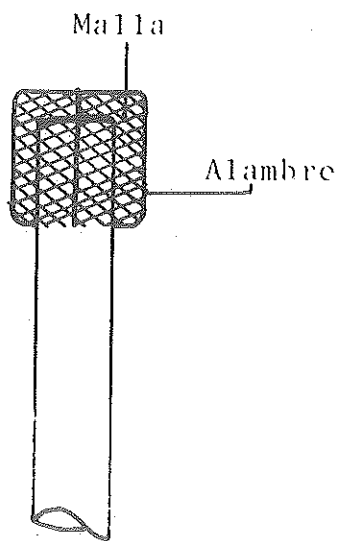
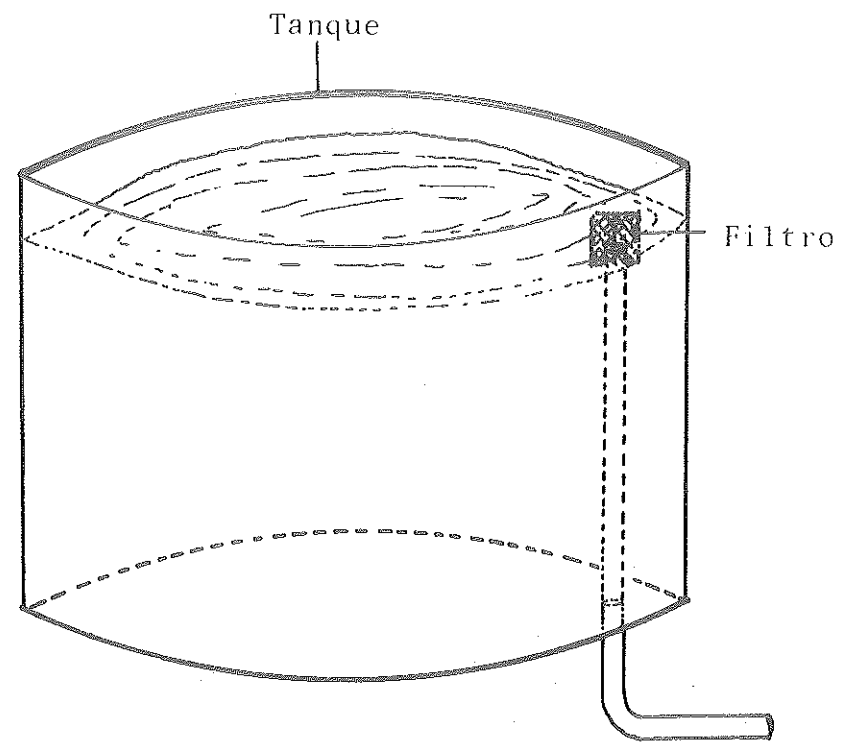
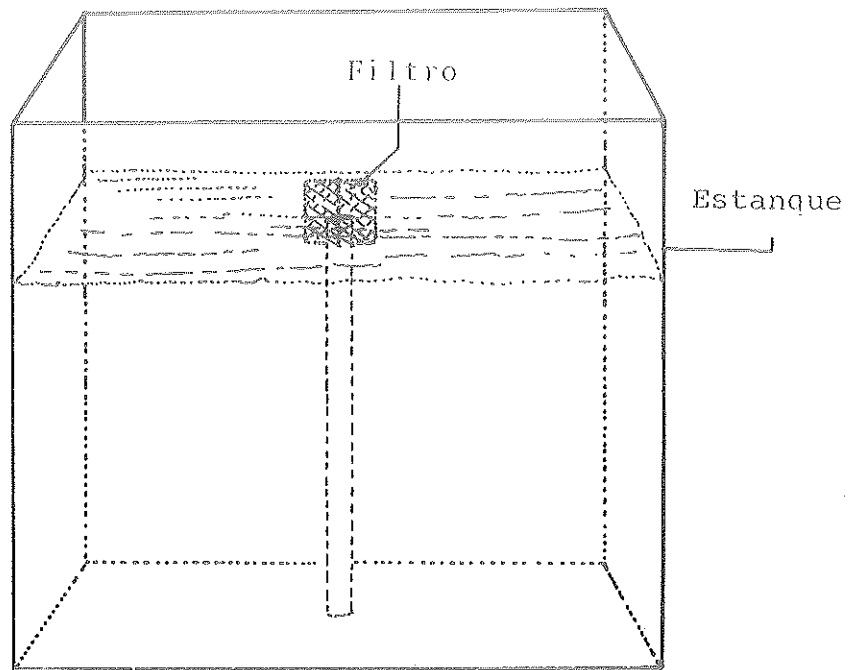


FIG.- No.6 FILTRO UTILIZADO EN MATERNIDAD Y PREENGORDA.

pileta pasando posteriormente al canal de distribución para entrar por desbordamiento a los estanques, teniendo un flujo en cascada, lo cual permitía la oxigenación del agua (ver Fig.7).

Posteriormente se cambió este sistema por el mismo que se utilizó en los estanques de maternidad. El tubo con perforaciones para la distribución del agua es de 1 pulgada de diámetro. Con el flujo obtenido de la bomba de agua nos permite tener hasta cinco cambios de agua diario por estanque.

No se utilizó un sistema de aereación como en maternidad.

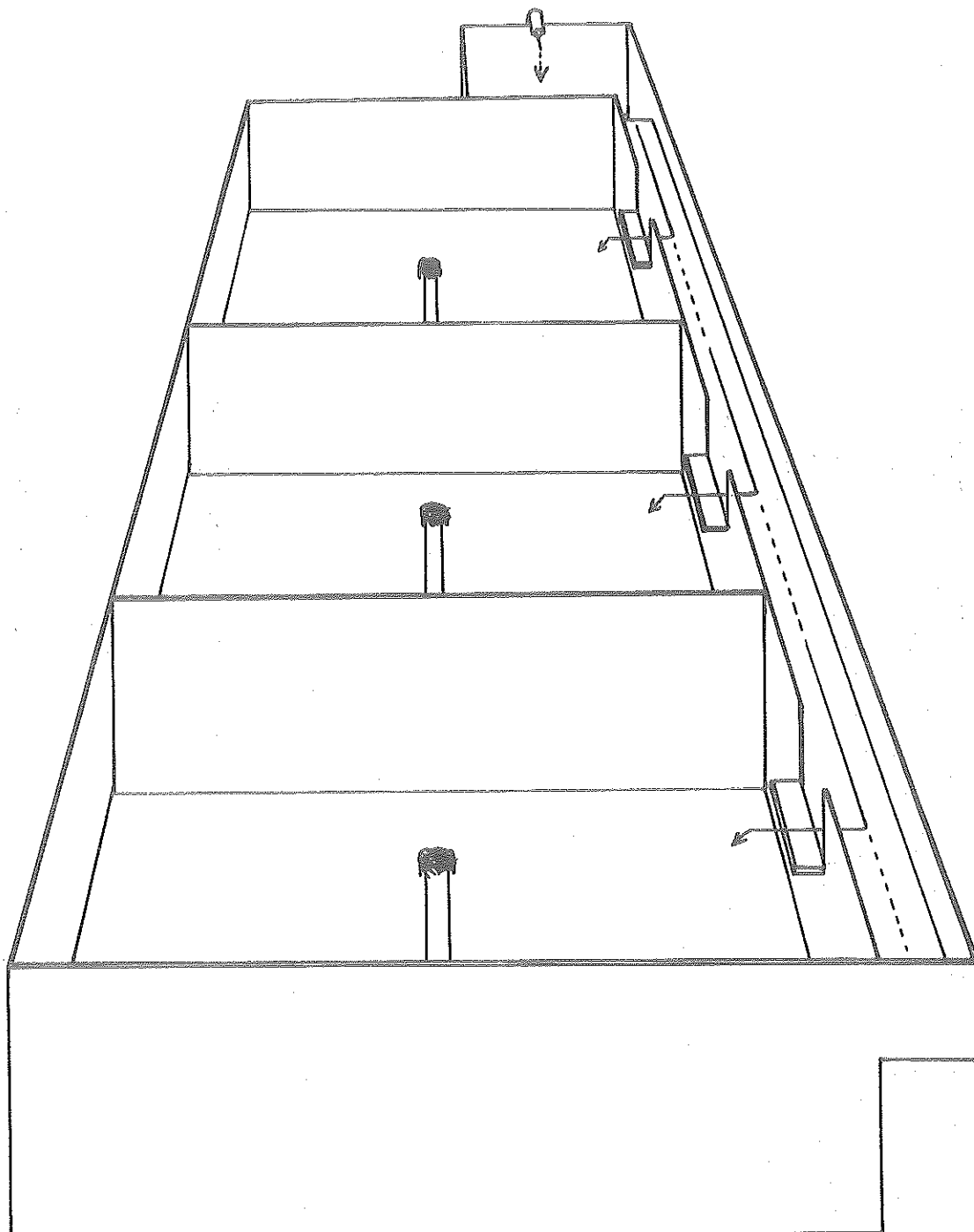
Se colocó un tubo central en el fondo de cada estanque de 2 pulgadas de diámetro y 1.6 m de altura, el cual sirve para mantener el nivel del agua. La maya del filtro es de una luz de 1/8 de pulgada, ya que el tamaño del camarón es mayor en esta etapa de cultivo (Fig.6). La tubería de desagüe de cada estanque, se conecta a un tubo común de 4 pulgadas de diámetro, el cual lleva el agua hasta el pequeño lago antes mencionado.

La salinidad del agua se mantiene casi constante dentro de un rango de 32 a 34‰, mientras que la temperatura presenta una mayor variación, de 22 a 28.5°C.

e) Diseño experimental.

Se programaron un total de 12 cultivos experimentales para maternidad y preengorda, en un período de 7 meses, dividiéndolos en 4 series. Las primeras tres series que constan de tres experimentos cada una, fueron planeadas para cumplir

FIG.- No.7. DISTRIBUCION DE AGUA EN ESTANQUES DE PREENGORDA, UNIDAD EXPERIMENTAL KINO.



con el inciso "a" del objetivo, además de obtener información para los incisos "c" y "d". La serie 4 que consta de 3 experimentos se planeó de acuerdo con los resultados de crecimiento de las tres series anteriores, para cumplir con el inciso "b" además de obtener también información para los incisos "c" y "d", (Tabla No.1).

El día 29 de Abril se realizó la primera siembra en maternidad utilizándose 46,000 postlarvas de 20 días de edad (PL₂₀), de las cuales 15,000 fueron para el tanque "A", 13,000 para el "B" y 18,000 para el "C". La duración de este cultivo en su etapa de maternidad fue de cinco semanas, al cabo de los cuales se trasladaron las postlarvas a los estanques de preengorda en donde permanecieron cinco semanas más.

La segunda siembra en maternidad se debió haber realizado el día 3 de Junio al desocuparse los tanques de maternidad, pero debido a la escasez de postlarvas en esos días, la siembra se llevó a cabo hasta el día 10 de Junio, utilizándose 99,000 PL₁₆ de las cuales 38,500 fueron para el tanque "A", 33,000 para el "B" y 27,500 para el "C". La duración en maternidad y preengorda fue la misma que para la siembra anterior.

La tercera siembra se realizó el 18 de julio al quedar desocupados los tanques de maternidad, utilizándose 40,800 PL₂₀ de las cuales 15,200 fueron para el tanque "A", 13,600 para el "B" y 12,000 para el "C". La duración fue de 5 semanas en maternidad y 3 semanas en preengorda.

Tabla No.1

Diseño experimental

MATERNIDAD						
Serie	Exp. No.	Tanque	Densidad/m ² inicial	Duración semanas	Fecha de inicio	
1	1-M	A	3750	5	Abril	29
	2-M	B	3250	5	Abril	29
	3-M	C	4500	5	Abril	29
2	1-M	A	9625	5	Junio	10
	2-M	B	8250	5	Junio	10
	3-M	C	6875	5	Jujio	10
3	1-M	A	3800	5	Julio	17
	2-M	B	3400	5	Julio	17
	3-M	C	3000	5	Julio	17
4	1-M	A	6750	3	Agosto	21
	2-M	B	5000	4	Agosto	21
	3-M	C	5750	6	Agosto	21
	4-M	A	6875	4	Octubre	3
PREENGORDA						
1	1-P	A	2895	5	Junio	3
	2-P	B	2250	5	Junio	3
	3-P	C	3250	5	Junio	3
2	1-P	A	3750	5	Julio	15
	2-P	B	3250	5	Julio	15
	3-P	C	2750	5	Julio	15
3	1-P	A	1375	3	Agosto	20
	2-P	B	1500	3	Agosto	20
	3-P	C	1250	3	Agosto	20
4	1-P	A	3375	7	Septiembre	11
	2-P	B	2500	6	Septiembre	18
	3-P	C	2000	4	Octubre	2

M. Maternidad

P. Preengorda

La cuarta siembra fue del 21 de Agosto, utilizándose 70,000 PL₂₅; 27,000 para el tanque "A", 20,000 para el "B" y 23,000 para el "C". La duración del cultivo fue de 3 semanas en maternidad y 7 en preengorda para las postlarvas del tanque "A". En el tanque "B" fue de 4 semanas en maternidad y 6 semanas en preengorda; y en el tanque "C" 6 semanas en maternidad y 4 en preengorda.

f) Factores de manipulación.

f.1) Fuente y manejo de postlarvas.

Las postlarvas utilizadas en los cultivos experimentales se obtuvieron de la Unidad Experimental Peñasco, haciendo los traslados de postlarvas, necesarias, por vía aérea, a la Unidad Experimental de Bahía Kino.

La metodología utilizada para hacer los traslados de postlarvas de las estructuras de maternidad a las de preengorda es el siguiente: se procede a bajar el nivel del agua en cada tanque colocando un tubo pvc de 30 cm de altura provisto de un filtro. Una vez hecho lo anterior se comienza a coleccionar el camarón con redes de mano, depositándolos en un tanque redondo de 60 l, en donde se concentran las postlarvas de un tanque a la vez para hacer un muestreo por alícuotas y determinar el número de postlarvas existentes en cada tanque de maternidad y así tener el control del número de postlarvas que van a sembrar en cada una de las pilas de preengorda. Después se distribuyen en las hieleras provistas con bombas de aire y agua de mar, para llevarse al estanque. Antes de vaciar

las postlarvas en el estanque se verifica si existe diferencia entre las temperaturas del agua de las hieleras y el estanque, si existe una diferencia de más de 3 ó 4°C, se procede a igualar las temperaturas.

f.2) Alimento.

El camarón fue alimentado con una dieta artificial, elaborada en la U.E.P. cuyos principales ingredientes son: harina de trigo, de camarón y de pescado, así como soya, calcio, vitaminas y alginatos. (Tabla No.2). El CICTUS se reserva la publicación del porcentaje de los ingredientes.

El alimento se proporcionó en porcentajes basados en el crecimiento (incremento de peso en gramos) por semana. A camarones hasta de 0.01 gr se les proporcionó el 100% de su peso, como porcentaje inicial. Este porcentaje se reduce gradualmente cada semana, conforme aumentan de peso los camarones hasta reducirlo a un 20 ó 30% en maternidad, dependiendo del tiempo de duración del cultivo en esta etapa.

En preengorda el porcentaje inicial es de 20%, los primeros días, hasta reducirlo a 10% durante la primera semana de cultivo, para continuar con este porcentaje durante toda la preengorda.

La cantidad de alimento diario se dividió en varias raciones para evitar su acumulamiento en el fondo de los tanques, y así obtener un aprovechamiento mayor del alimento por el camarón.

Las raciones de alimento en maternidad y preengorda se muestran en la Tabla No.3. Para calcular la conversión de

Tabla No.2

Lista de ingredientes de la dieta artificial elaborada en la unidad Experimental Peñasco.

MATERNIDAD

Harina de trigo
" " soya
" " pescado (anchoveta)
" " camarón
Solubles de pescado
Dynafosfato
Vitaminas
Aceite de atún
Aceite de soya
Alginato de sodio
Hexametafosfato de sodio
Acido ascórbico

PREENGORDA

Harina de trigo
" " soya
" " pescado (anchoveta)
Solubles de pescado
Vitaminas
Aceite de atún
Aceite de soya
Alginato de sodio
Hexametafosfato de sodio
Acido ascórbico

alimento, se obtuvo el alimento proporcionado en gramos durante cada experimento y se dividió entre el incremento de peso en gramos de la biomasa cultivada en cada experimento.

$$C.A. = \frac{\text{Gramos de alimento}}{\Delta \text{ peso en gr de biomasa cultivada}}$$

Tabla No.3 Racionamiento del alimento proporcionado en maternidad y preengorda.

Serie	Experimento	Maternidad ración	Preengorda ración
1	1	3	2
	2	3	2
	3	3	2
2	1	4	3
	2	4	3
	3	4	3
3	1	4	3
	2	4	3
	3	4	3
4	1	4	4
	2	4	4
	3	4	4

f.3) Crecimiento.

Para determinar el crecimiento del camarón (incremento de peso en gramos) en maternidad y preengorda se pesó semanalmente el 1% de la población cultivada en cada tanque. Para obtener este porcentaje de camarones se hace un muestreo al azar con una red de mano. Los camarones de cada muestreo se pesan todos a un mismo tiempo, (dadas las dificultades que presenta, el pesarlos uno por uno debido a su tamaño tan pequeño y al número de

organismos). Además de esta manera la manipulación es menor. La balanza se utilizó en las mediciones de peso fue una balanza Metler p 1200 con aproximación de 10 mg.

Una vez determinado el peso de la muestra se calcula la media de peso individual y por diferencia con la media semanal anterior se obtiene el incremento de peso para esa semana.

f.4) Supervivencia.

Para determinar la supervivencia de la población en maternidad, se hicieron muestreos semanales. Se utilizó una red de mano con una boca rectangular de 10.5 por 14.5 cm. El muestreo utilizado consiste de dos arrastres. El primero abarca el fondo y la pared del tanque, iniciando el arrastre en el centro del tanque con dirección hacia la pared, continuando por esta hacia la superficie. El segundo abarca el nivel medio del agua iniciando el arrastre en el centro del tanque con dirección a la pared.

Los cálculos del primer arrastre se hacen en base al área del tanque. La superficie de la pared y el fondo es de 8.866 m^2 y el área muestreada con la red es de 0.273 m^2 . El número de camarones obtenido en el arrastre se multiplica por 8.866 m^2 y se divide entre 0.273 m^2 obteniéndose el número de camarones en el fondo y la pared.

En el segundo arrastre los cálculos fueron hechos en base al volumen de agua utilizado de 3000 l y el volumen muestreado de 16.8 l. El número de camarones obtenido en el

arrastre se multiplica por 3000 y se divide entre 16.8 obteniéndose el número de camarones que no se encuentran en fondo y la pared del tanque.

Para obtener el número total de camarones se suman los resultados de los dos arrastres y se considera un error de muestreo del 20%, por lo que a el número total de organismos se le agrega un 20%. El porcentaje de error que se considera, es debido a la experiencia obtenida en cultivos anteriores realizados en el CICTUS.

Fórmulas:

Camarones en base al área (C.A.)

$$C.A. = \frac{\text{No. de camarones} \times 8.866 \text{ m}^2}{0.273 \text{ m}^2}$$

Camarones en base al volúmen (C.V.)

$$C.V. = \frac{\text{No. de camarones} \times 3000 \text{ l}}{16.8 \text{ l}}$$

No. total de camarones = C.A. + C.V. + 20% de la muestra.

En preengorda; no se utilizó el mismo sistema de muestreo empleado en maternidad, debido a que en esta etapa el camarón es de mayor tamaño y desarrolla mayor velocidad, escapando fácilmente de las redes, con lo cual los resultados serían poco confiables. La supervivencia se determinó considerando un 10% de mortalidad semanal; se tomó este porcentaje como válido, dados los resultados de supervivencia obtenidos en varias preengordas en las que se llevó a cabo un conteo individual de camarones iniciales y finales.

g) Medición de parámetros fisicoquímicos.

Las mediciones de salinidad, pH y amoníaco se hicieron diariamente a las 09:00 hr. La temperatura y el oxígeno se tomaron dos veces diarias, a las 09:00 y a las 17:00 hrs.

g.1) Salinidad

La salinidad fue medida con un salinómetro de conductividad Beckman, con escala para conductividad de 0 a 60 milimhos/cm y para salinidad de 0 a 40 ‰ con una aproximación de 0.1 ‰.

g.2) Temperatura.

La temperatura fue medida con un termómetro de mercurio con una aproximación de 1°C. Las mediciones fueron superficiales.

g.3) Oxígeno disuelto.

La determinación de oxígeno disuelto se hizo por el método Winkler descrito por Strickland y Parsons. Este método es el procedimiento estandar, utilizado actualmente para medir oxígeno y se considera más exacto que los métodos basados en la conductividad eléctrica,

Para llevar a cabo el muestreo se utilizaron botellas BOD de 125 ml. Las muestras se tomaron superficialmente con las botellas BOD, fijándose inmediatamente. La titulación se hizo con una bureta automática de 50 ml y un agitador

magnético VWR Scientific DYLA-DUAL, 2 ó 3 horas después.

g.4) El pH se midió con un potenciómetro Perkin-Elmer Metrion V con escala de 0 a 14 y una aproximación de 0.1.

g.5) Amonio.

El amonio se determinó por medio de un espectrofotómetro Spectronic 20, Bausch and Lomb, por el método descrito por Strickland y Parsons, 1972.

h) Procesamiento de la información.

Para el análisis de la información de las tres primeras series, los datos se ordenaron según el diseño de bloques al azar, aplicando el análisis bimodal de la varianza cuyo objetivo es probar simultáneamente, si existen diferencias entre dos tipos de tratamientos, que para nuestro estudio son las series por un lado y los experimentos que componen las series por el otro.

El ANVA se efectuó para los siguientes parámetros, tanto en maternidad como en preengorda: densidad/m² inicial (D/m²), media de peso en gramos final (\bar{X}_f), densidad/m² final (D/m_f²), rendimiento/m² (kg/m²) y porcentaje de supervivencia (%S).

Los métodos utilizados fueron de acuerdo a los descritos por H.T. Hayslett Jr. (1973) (Anexo 1).

Cuando no se obtuvo diferencia significativa con el ANVA, se aplicó la diferencia mínima significativa (D.M.S.) cuya fórmula es la siguiente:

$$D.M.S. = t \alpha_{gl} \text{ error } \sqrt{\frac{2CME}{r}}$$

Coeficiente de correlación:

El análisis de correlación se efectuó con cada uno de los siguientes parámetros:

Media de peso inicial, densidad/ m_i^2 , media de peso final y densidad/ m_f^2 para conocer su grado de asociación con el kg/m^2 y poder obtener un índice de selección de estos parámetros, tomando en cuenta los cultivos realizados.

Para los cálculos de correlación se empleó una calculadora programable "Casio FX - 501P", cuyo análisis se basa en la siguiente ecuación:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

IV. RESULTADOS

Crecimiento.

Los resultados de crecimiento en maternidad y preengorda se presentan en las Figs. 8, 9, 10 y 11, en las que la línea punteada indica la separación entre las dos etapas de cultivo.

Maternidad.

En maternidad el mayor incremento de peso en gramos, lo presenta el experimento 1 de la serie 3, el cual es de 0.615 gr y el menor incremento es para el experimento 2 de la serie 1, el cual es de 0.081 gr. En general, se considera que la serie 3, es la que presenta un mayor incremento de peso en esta etapa, presentando incremento promedio de 0.42 gr (Tabla No.4).

En los experimentos número uno de cada serie se presenta un mayor ritmo de crecimiento (Fig.8, 9, 10 y 11) que los otros dos, solo en la serie dos el experimento 3 presenta un ritmo de crecimiento mayor que el experimento 1.

Preengorda.

En preengorda el mayor incremento de peso, lo presenta el experimento 2 de la serie 4, el cual es de 2.303 gr y el menor incremento de peso corresponde al experimento 2 de la

\bar{X} de peso en
gramos

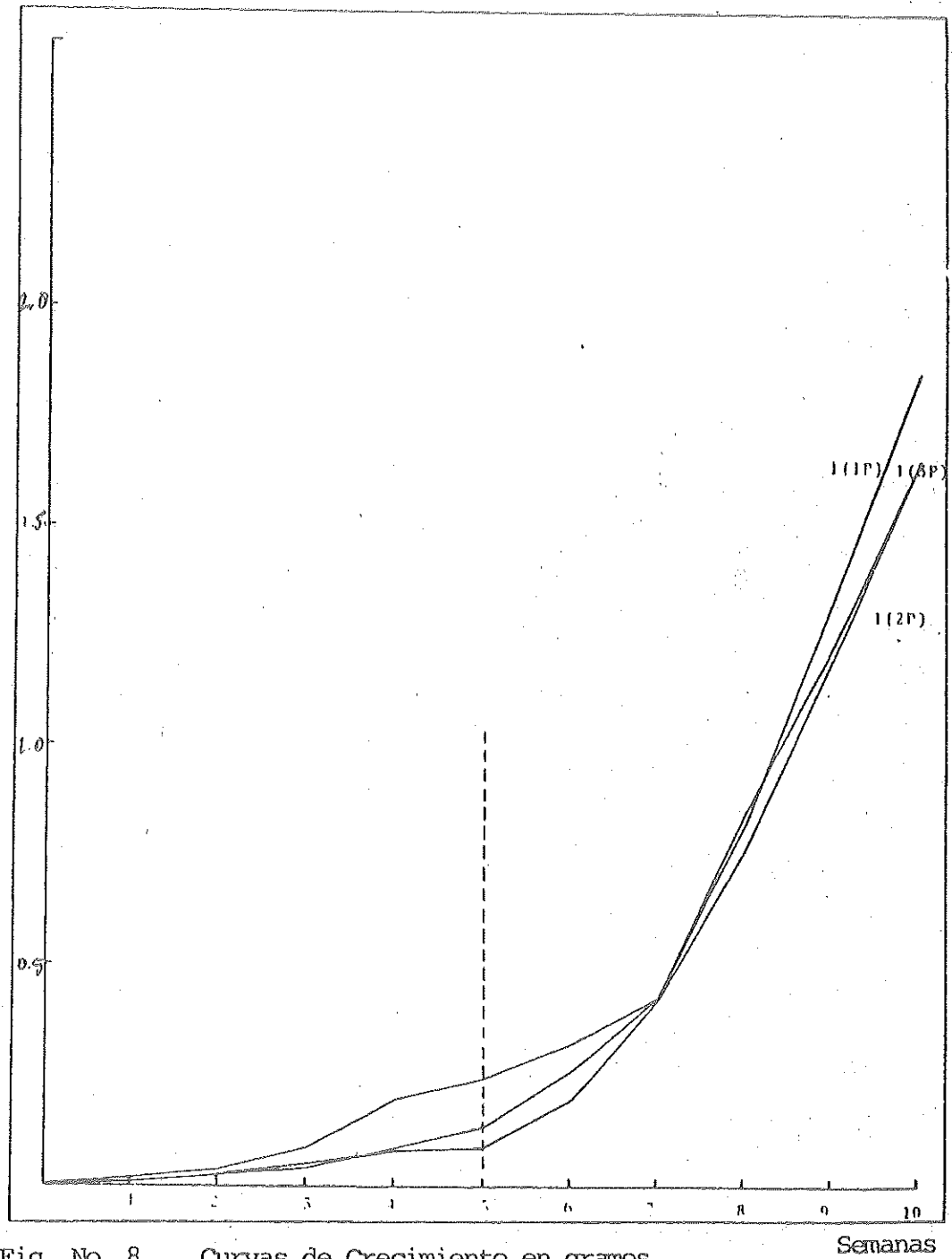


Fig. No. 8 Curvas de Crecimiento en gramos de la serie 1, en maternidad y preengorda.

Semanas

\bar{X} de peso en
gramos.

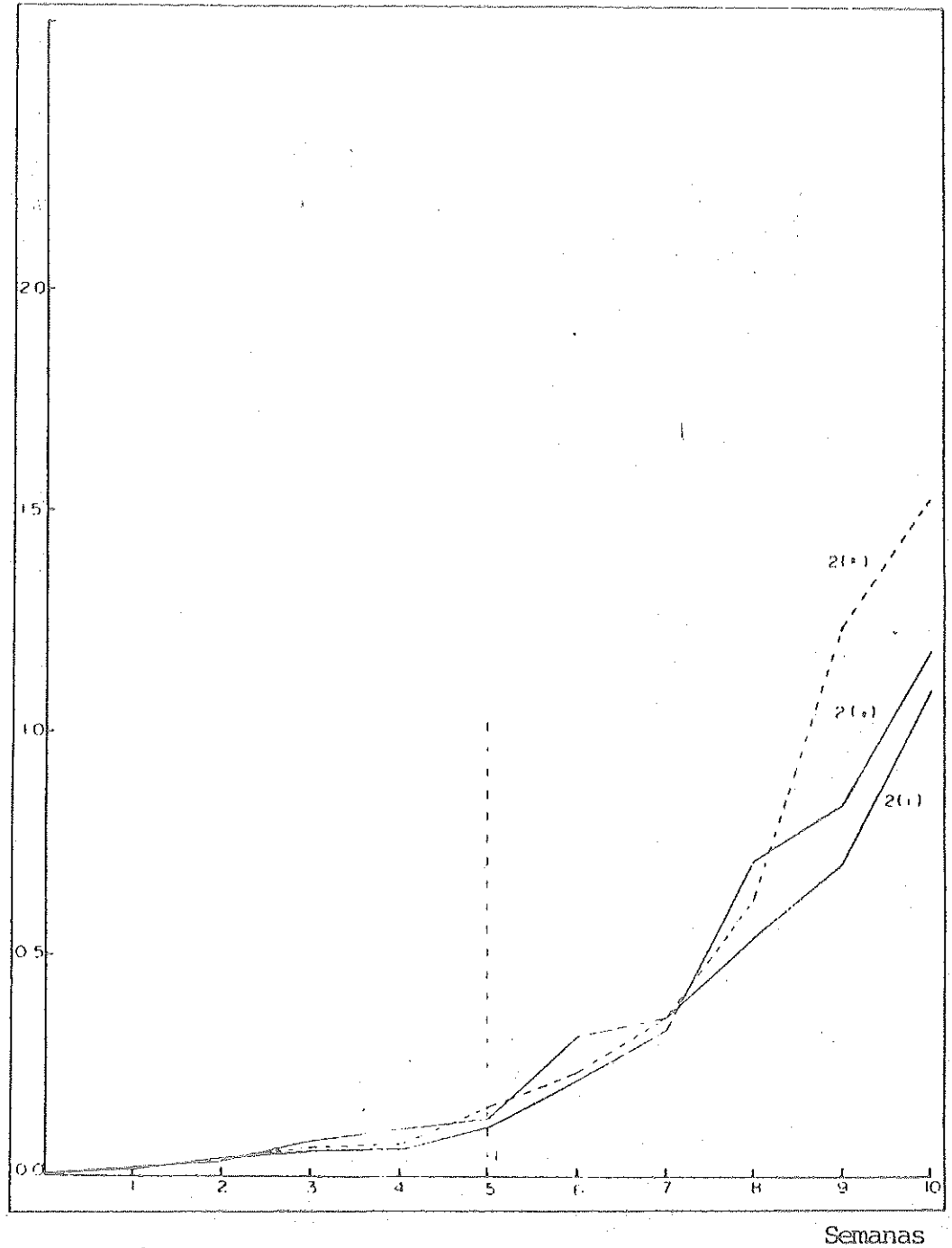


Fig. No. 9 Curvas de crecimiento en gramos de serie 2, en maternidad y preengor- da.

\bar{X} de peso
en gramos

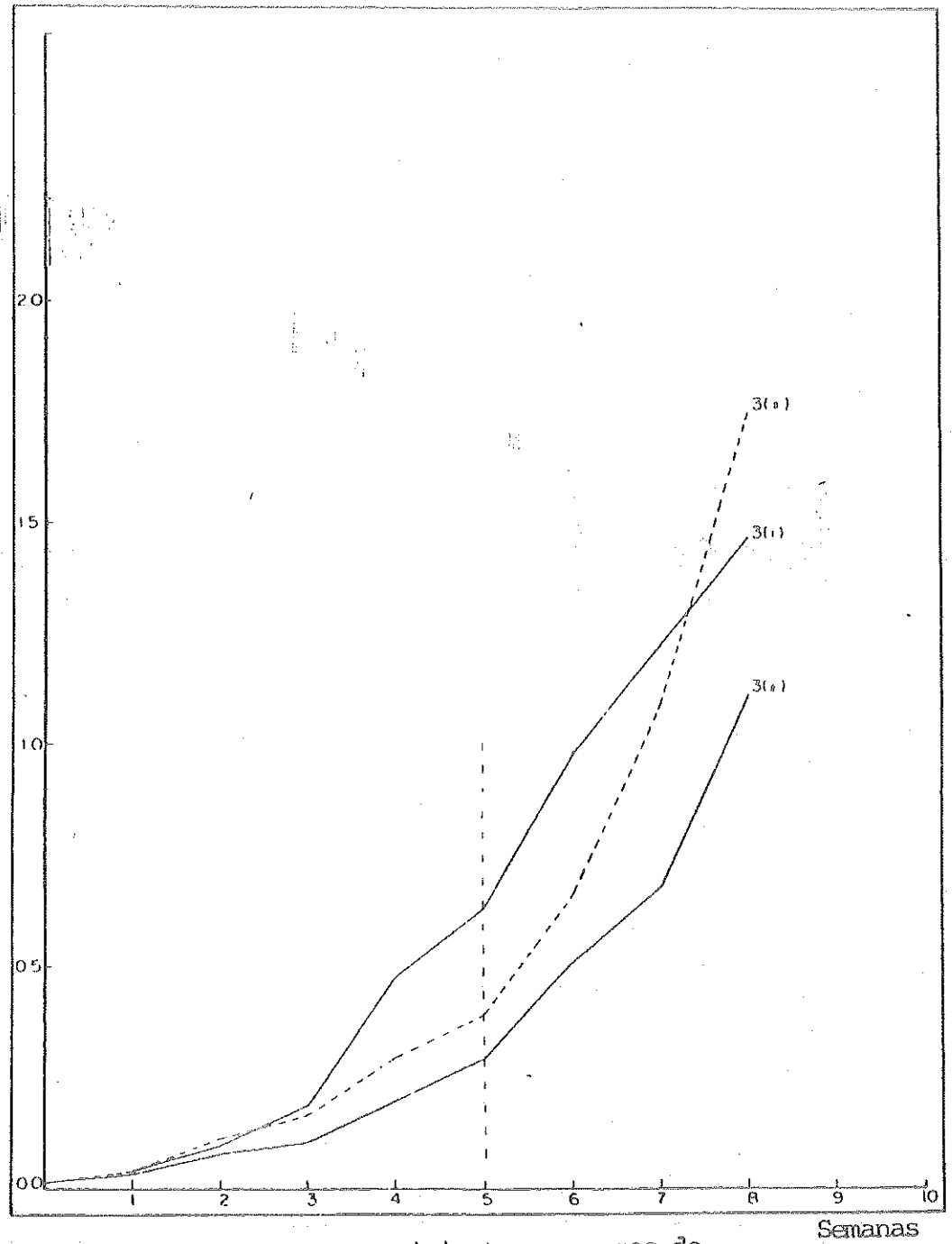


Fig. No.10. Curvas de crecimiento en gramos de la serie 3, en maternidad y pre-pregnancia.

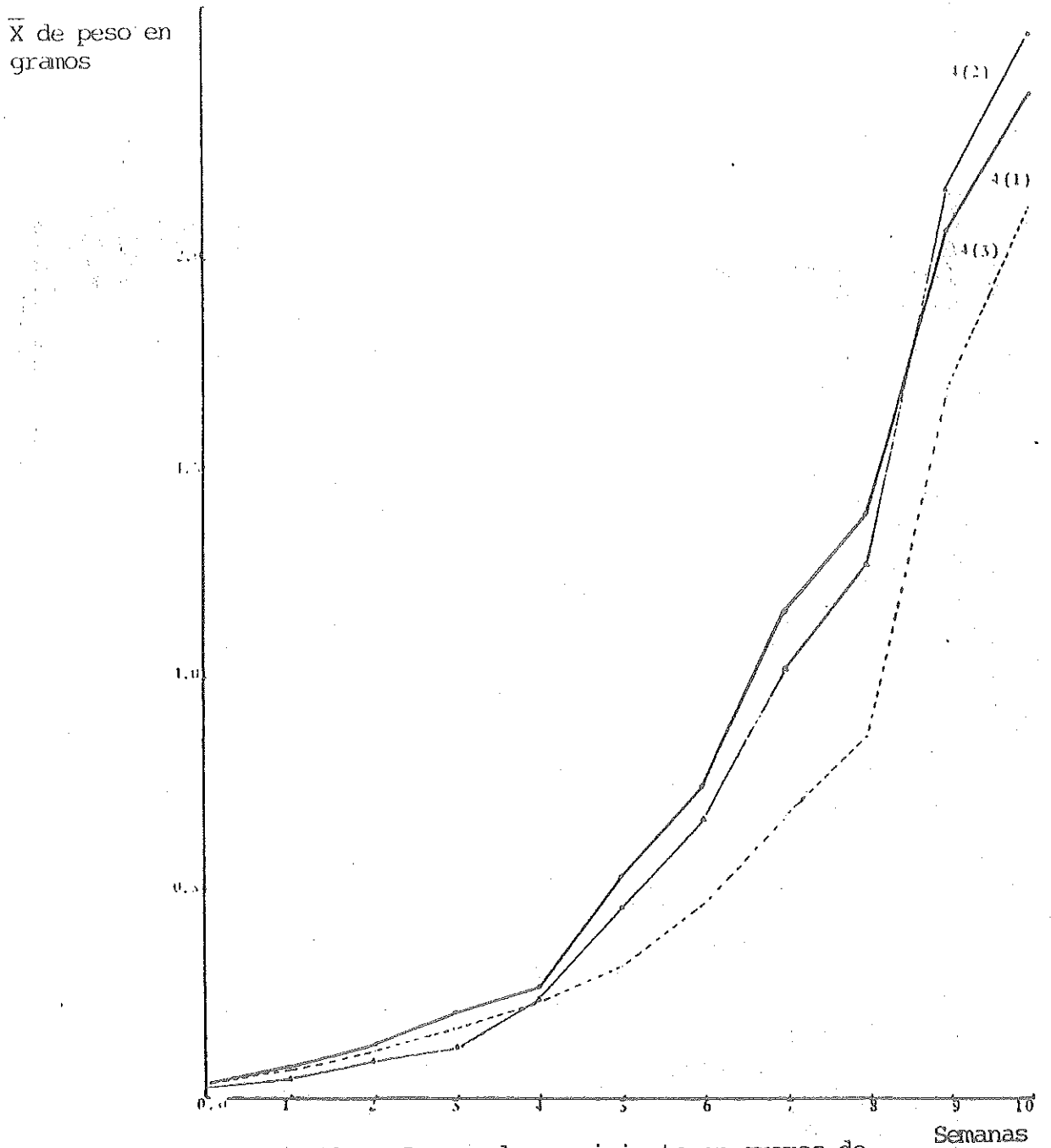


Fig. No.11. Curvas de crecimiento en gramos de la serie 4, en maternidad y pre — engorda.

serie 3. En general se considera que la serie 4 es la que presenta un mayor incremento de peso en esta etapa, presentando un incremento promedio de 2.05 gr. (Tabla No.4).

La relación del alimento proporcionado con el crecimiento de los camarones (conversión de alimento) fue de 2.1 en el experimento 2 de la serie 1, siendo la mejor conversión de alimento obtenida y de 3.1 en el experimento 1 de la serie 3, siendo la conversión más baja obtenida (Tabla No.4). Sin embargo tenemos que todos los valores de la conversión de alimento tienen poca variación entre sí ($\sigma - 1 = \pm 0.28$) obteniéndose un promedio de 2.68. Estos valores son de la conversión de alimento al final de las dos etapas de cultivo. El valor de 10.1 no se tomó en cuenta puesto que es el resultado de una muerte masiva en el cultivo debido a fallas técnicas.

Supervivencia.

Maternidad.

En maternidad, el mayor porcentaje de supervivencia es de 77%, que corresponde al experimento 1 de la serie 1, mientras que el menor es de 35%, que corresponde al experimento 3 de la serie 4. La supervivencia promedio para las tres primeras series es del $60\% \pm 15.7$ (Tabla No.4), que son las que tienen el mismo número de semanas en esta etapa.

Preengorda.

En preengorda, el mayor porcentaje de supervivencia es de 86%, que corresponde al experimento 2 de la serie 3,

Resumen de resultados de las series experimentales.

	\bar{X}_i	Pobl. _i	D/m ² _i	\bar{X}_f	Pobl. _f	D/m ² _f	Δgr	C.A.	kg/m ²	% S	T
Serie 1											
Exp 1	0.01	15000	3750	0.247	11580	2895	0.237	1.9	0.71	77.0	5
Exp 2	0.008	13000	3250	0.089	9000	2250	0.081	4.2	0.20	49.0	5
Exp 3	0.007	18000	4500	0.135	13000	3250	0.128	2.2	0.44	72.0	5
Serie 2											
Exp 1	0.004	38500	9625	0.130	23621	5903	0.126	5.9	0.76	61.5	5
Exp. 2	0.004	33000	8250	0.112	23053	5763	0.108	4.5	0.64	70.0	5
Exp 3	0.004	27500	6875	0.158	20082	5020	0.154	3.4	0.79	73.0	5
Serie 3											
Exp 1	0.015	15200	3800	0.630	5500	1375	0.613	4.7	0.87	36.0	5
Exp 2	0.015	13600	3400	0.299	6000	1500	0.284	6.0	0.43	44.0	5
Exp 3	0.015	12000	3000	0.389	5000	1250	0.374	6.9	0.49	41.0	5
Serie 4											
Exp 1	0.030	17000	4250	0.205	14000	3500	0.175	4.2	0.72	52.0	3
Exp 2	0.025	20000	5000	0.237	10000	2500	0.212	3.6	0.60	50.0	4
Exp 3	0.035	23000	5750	0.465	8000	2000	0.470	4.7	0.93	35.0	6

\bar{X}_i = Media de peso inicial en gramos
Pobl._i = población inicial

D/m²_i = Densidad/m² inicial
 \bar{X}_f = Media de peso final en gr

Pobl._f = Población final
D/m²_f = Densidad/m² final

\bar{X}_i	Pobl. _i	D/m ² _i	\bar{X}_f	Pobl. _f	D/m ² _f	Δgr	C.A.	kg/m ²	% S	T	CAT.
0.274	11580	2895	1.857	732	180	1.610	7.7	0.33	6.3	5	10.1
0.089	9000	2250	1.660	5929	1482	1.571	1.8	2.46	66.0	5	2.1
0.135	13000	3250	1.660	6800	1700	1.525	2.4	2.82	52.0	5	2.5
0.130	15000	3750	1.046	12250	3062	0.916	1.0	3.36	82.0	5	7.9
0.112	13000	3250	1.186	9300	2375	1.074	2.0	2.82	73.0	5	2.8
0.158	11000	2750	1.531	7768	1941	1.373	1.9	2.97	70.5	5	2.6
0.630	5500	1375	1.470	4630	1162	0.840	1.3	1.70	85.0	3	3.1
0.299	6000	1500	1.110	5140	1265	0.911	1.0	1.43	86.0	3	2.5
0.389	5000	1250	1.750	4215	1053	1.341	1.0	1.84	84.0	3	2.3
0.205	13500	3375	2.40	7630	1912	2.193	2.5	4.60	57.0	7	2.8
0.237	10000	2500	2.54	5500	1375	2.303	2.3	3.50	55.0	6	2.7
0.465	8000	2000	2.13	5406	1351	1.663	1.0	2.90	67.5	4	2.5

C.A. = Conversión de alimento
kg/m² = rendimiento/m²

% S = Porcentaje de supervivencia
C.A.T. = Conversión de alimento total

qs = Incremento en gramos
T = Tiempo de duración en semanas

mientras que el menor es de 6.3% que corresponde al experimento 1 de la serie 1, en el cual hubo muerte masiva de los camarones debido a una falla en el sistema eléctrico, lo cual ocasionó la falta de agua para el cultivo. La supervivencia promedio de las tres primeras series en esta etapa es del $74.8\% \pm 11.8$ (no se incluye el valor del experimento 1 de la serie 1).

Parámetros Fisicoquímicos

Salinidad.

La salinidad se mantuvo en maternidad y preengorda, en un rango de variación de 32.2 a 34.5‰, teniendo como salinidad promedio durante todos los cultivos 33.71‰ (Tablas Nos. 5 y 6).

Temperatura.

En maternidad, los valores mínimos de temperatura que se presentaron fueron de 23.5°C en los meses de abril y mayo y los valores máximos fueron de 26.2°C en el mes de julio. En la serie 1 fue en donde se tuvo el promedio de temperatura más baja (24.1°C) y en la serie 3 el más alto (25.4°C). Sin embargo se puede observar en la Tabla 5 que los promedios de temperatura en todas las series varían únicamente de 24.1 a 25.4°C.

En preengorda, los valores mínimos fueron de 22.0°C, presentándose estos valores en Junio y en noviembre, y los valores máximos fueron de 28.5°C en los meses de junio y agosto. En la serie 4 fue en donde se tuvo el promedio más bajo de temperatura (24.9°C), y en la serie 3 el más alto (25.96°C), Tabla no.6.

Oxígeno.

En maternidad el oxígeno disuelto se mantuvo en un promedio de 4.21 ml/l, con valores mínimos de 2.15 ml/l en el

Tabla No. 5

Resumen de parámetros físicoquímicos

M A T E R N I D A D

	O ₂ ml/l		T°C		pH		NH ₄ µgat/lit		S ‰	
	Rango	X	Rango	X	Rango	X	Rango	X	Rango	X
Serie 1										
Exp. 1	3.61-6.80	4.75	23.5-25.0	24.1	7.39-7.95	7.67	0.35-	6.04	-	-
Exp. 2	4.29-6.32	4.85	23.5-25.0	24.1	7.5 -7.95	7.71	0.6 -20.45	3.74	-	-
Exp. 3	4.12-5.93	5.07	23.5-25.0	24.1	7.55-7.98	7.75	2.0 -15.6	6.33	-	-
Serie 2										
Exp. 1	2.76-5.14	4.12	24.9-26.2	25.3	7.4 -7.7	7.58	1.0 -22.25	9.45	-	-
Exp. 2	3.33-6.1	4.32	24.9-26.2	25.3	7.5 -7.75	7.63	1.05-21.5	8.68	-	-
Exp. 3	3.44-5.14	4.33	24.9-26.2	25.3	7.58-7.8	7.66	0.25-20.0	8.23	-	-
Serie 3										
Exp. 1	2.48-5.19	3.97	25.0-26.0	25.4	7.15-7.71	7.47	-	-	32.61-34.3	33.69
Exp. 2	2.71-5.98	4.11	25.0-26.0	25.4	7.3 -7.7	7.51	-	-	32.61-34.3	33.69
Exp. 3	2.71-5.36	4.29	25.0-26.0	25.4	7.4 -7.73	7.54	-	-	32.61-34.3	33.69
Serie 4										
Exp. 1	2.26-4.75	3.7	25.1-25.9	25.33	7.37-7.85	7.49	-	-	33.1-312	33.78
Exp. 2	2.71-5.09	3.66	25.0-25.9	25.3	7.4-7.79	7.49	-	-	33.1-34.2	33.73
Exp. 3	2.15-4.07	3.35	25.0-25.9	25.2	7.4-7.75	7.46	-	-	33.1-34.2	33.69

Tabla No. 6

Resumen de parámetros fisicoquímicos

P R E E N G O R D A

	O ₂ ml/l.		T°C		pH		NH ₄ µcat/lt		S ‰	
	Rango	\bar{X}	Rango	\bar{X}	Rango	\bar{X}	Rango	\bar{X}	Rango	\bar{X}
Serie 1										
Exp. 1	3.61-9.43	5.63	22.0-28.5	25.6	7.30-7.99	7.72	0.00-13.25	2.08	-	-
Exp. 2	3.61-6.44	4.90	23.5-27.2	25.69	7.4-7.9	7.66	0.00-1.95	0.63	-	-
Exp. 3	1.69-5.87	4.62	23.0-28.2	25.8	7.3-7.85	7.58	0.00-6.00	1.03	-	-
Serie 2										
Exp. 1	3.5-6.32	4.79	25.4-27.0	25.9	7.2-7.91	7.53	-	-	32.94-34.3	33.79
Exp. 2	3.16-5.93	4.78	25.0-27.0	25.9	7.28-8.00	7.55	-	-	32.94-34.0	33.73
Exp. 3	3.28-6.15	4.81	25.0-27.0	25.9	7.25-7.99	7.54	-	-	32.9-34.3	33.76
Serie 3										
Exp. 1	3.33-4.75	4.08	25.1-28.5	26.08	7.25-8.10	7.57	-	-	32.5-34.3	33.65
Exp. 2	3.79-6.66	4.43	25.0-28.3	25.9	7.05-7.99	7.56	-	-	32.5-34.3	33.65
Exp. 3	3.33-7.11	4.22	25.0-28.0	25.9	7.45-7.93	7.59	-	-	32.5-34.3	33.54
Serie 4										
Exp. 1	1.58-5.03	3.17	23.8-26.8	25.1	7.25-7.6	7.43	0.78-1.92	1.06	32.8-34.3	33.64
Exp. 2	1.69-4.97	3.23	23.4-26.2	24.9	7.2-7.65	7.46	0.58-0.78	0.68	32.8-34.3	33.59
Exp. 3	1.92-4.29	3.10	23.5-26.6	24.9	7.3-7.65	7.49	0.0-0.35	0.16	32.7-34.3	33.61

mes de septiembre durante el experimento tres de la serie cuatro. Los valores máximos son de 6.8 ml/l en el mes de mayo, durante el experimento 1 de la serie 1. En general los experimentos que presentan los promedios más bajos de oxígeno disuelto son los de la serie cuatro y los promedios más altos, los experimentos de la serie 1 (Tabla No.5).

En preengorda el oxígeno promedio fue de 4.31 ml/l, con valores mínimos de 1.58 ml/l en el mes de octubre, en el experimento 1 de la serie 1. En general los experimentos que presentan los promedios de oxígeno disuelto más bajos son los de la serie 4 (3.1 y 3.17 ml/l) y los más altos, los de la serie 1 (5.63 y 4.90 ml/l). Estos valores se presentan en la Tabla No.6.

Tanto en maternidad como en preengorda, los valores bajos de oxígeno se deben a fallas técnicas en el sistema de circulación y aereación de agua.

pH.

El pH en maternidad se mantuvo dentro de un rango de variación de 7.15 a 7.98 y con un promedio de 7.58, en todos los cultivos (Tabla No.5).

En preengorda, el rango de variación del pH es de 7.05 a 8.1, con un promedio de 7.56 en todos los cultivos (Tabla No.6).

Amonio.

En maternidad, los valores del amonio presentan una gran variación que va desde valores de 0.25 hasta valores de 22.25 $\mu\text{g at/l}$. Estos valores tan altos del amonio se presentaron cuando hubo fallas técnicas en el sistema de circulación de agua. Los valores promedio del amonio (Tabla No.5) son considerablemente altos, teniendo valores hasta de 9.45 $\mu\text{g at/l}$. Sin embargo la mayor parte del tiempo los valores del amonio, durante los cultivos, fueron bajos, afectando los promedios finales, únicamente los valores altos aislados. Los valores perdidos se deben a una falla en el espectrofotómetro.

En preengorda, la variación es menor, pues solo en el experimento 1 de la serie 1 (Tabla No.6) se presenta un valor de 13.25 $\mu\text{g at/l}$, estableciendo el rango de 0.0 a 13.25 $\mu\text{g at/l}$. Este valor se debió a una falla técnica en el sistema de circulación de agua como se mencionó anteriormente. Los valores promedio del amonio se mantuvieron en un nivel bajo (0.16 a 2.08 $\mu\text{g at/l}$). Los datos perdidos en la Tabla se deben a una falla en el espectrofotómetro.

Procesamiento de la información.

En las tres primeras series se aplicó el ANVA, bimodal (Anexo 1), para ver si los parámetros de densidad/ m^2 inicial y final, media de peso final, rendimiento/ m^2 y porcentaje de supervivencia, eran diferentes estadísticamente, a nivel de experimento, para así poder establecer cuales son

los experimentos con un mejor resultado en D/m^2 en función del rendimiento/ m^2 obtenido en cada etapa de cultivo.

La serie 4 se analiza por separado porque como ya se explicó en diseño experimental, el propósito de esta serie es encontrar el tiempo óptimo de permanencia en maternidad y preengorda en función del rendimiento/ m^2 .

En las tablas de ANVA se presenta también, la media general, la desviación estándar y la diferencia mínima significativa (D.M.S.) al 1 y al 5%.

Maternidad.

El análisis de varianza para las tres primeras series en la etapa de maternidad (Tabla No.7) indican que existe una diferencia al 5% a nivel de series y no de experimentos como se esperaba, excepto con rendimiento/ m^2 en el que no existe diferencia significativa a nivel de series, ni a nivel de experimento.

Por esta razón se aplicó la D.M.S. para obtener la diferencia mínima significativa entre los experimentos; así tenemos que para la media de peso final y el rendimiento/ m^2 resultó existir una diferencia al 5 y al 1% para ambos, entre el primer experimento y los otros dos restantes.

Al aplicar la D.M.S. al rendimiento/ m^2 a nivel de series se obtuvo una diferencia mínima significativa al 5% entre las tres series.

Tabla No.7

"ANVA" de las series 1,2 y 3
en maternidad

	D/m_i^2	\bar{X}_f	D/m_f^2	kg/m_f^2	%S	
FC Series	25.3**	12.04*	60.4**	3.65 (Na)	32.63**	
FC Experimentos	0.86 (Na)	3.05 (Na)	0.21 (Na)	5.75 (Na)	0.42 (Na)	
\bar{X}	5161.1	0.243	3245.3	0.594	60.38	
σ_n	2452.3	0.176	1877.5	0.215	15.72	
DMS	0.05	2094.6	0.19	1075.6	0.29	12.04
	0.01	3473.9	0.32	1783.8	0.48	19.96

* = Significativo al 0.05%

** = Significativo al 0.01%

Na = No significativo

Preengorda.

En el ANVA para las tres primeras series en la etapa de preengorda (Tabla No.8), únicamente se obtuvo una diferencia significativa al 5% a nivel de serie con la densidad/m² inicial.

Al aplicar la D.M.S. se obtuvo una diferencia mínima significativa al 5% de la media de peso final entre el tercer experimento y los otros dos. Del rendimiento/m² y el % de supervivencia se obtuvo una diferencia al 5% entre el primer experimento y el tercero. A nivel de series se obtuvo al 5% que la media de peso final es diferente en las tres series, el rendimiento/m² al 5 y al 1% en la segunda serie, al de las otras dos series y el % de supervivencia al 5 y al 1% es diferente en la primera serie al de las otras dos series.

En el análisis de la serie 4 no se pudo llevar a cabo el ANVA para esta serie, por error en el diseño experimental de esta serie en la que hacen falta repeticiones de cada experimento. Por lo que se graficó el kg/m² contra tiempo de permanencia en preengorda (Fig.12), con el rango de variación dado por la desviación estandar del kg/m² de las tres primeras series, obteniendo que el experimento 1 tiene el mejor rendimiento/m² (4.6 kg/m²) en un tiempo de 7 semanas en preengorda y 3 en maternidad.

Tabla No.8

"ANVA" de las series 1,2 y 3
en preengorda

	D/m_i^2	\bar{X}_f	D/m_f^2	kg/m_f^2	% S
FC Series	13.41*	3.60 (Na)	3.60 (Na)	2.24 (Na)	4.00 (Na)
FC Experimentos	0.44 (Na)	1.84 (Na)	0.90 (Na)	0.55 (Na)	0.58 (Na)
\bar{X}	2474.4	1.48	1582.5	2.19	67.2
σ_n	921.3	0.286	827.7	0.953	25.39
DMS 0.05	1049.0	0.47	1572.2	1.97	44.86
DMS 0.01	1739.9	0.78	2607.5	3.27	74.41

* = Sinificativo al 0.05%

** = Significativo al 0.01%

Na = No significativo

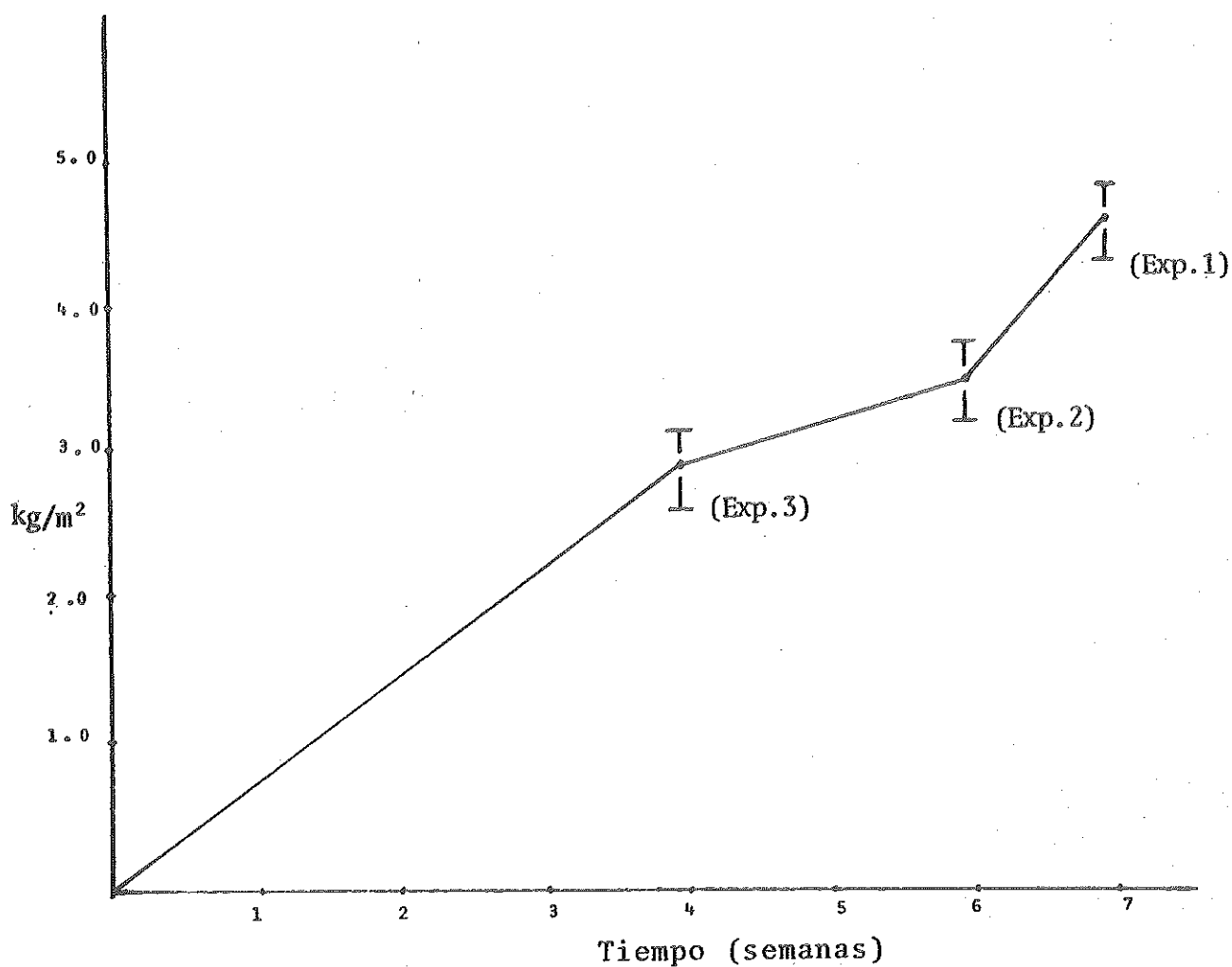


Fig. No.12 Gráfica de rendimiento (kg/m²) de la serie 4 en preengorda con respecto al tiempo de cultivo. Se utilizó la σ_{n-1} promedio encontrada en las tres primeras series.

Coefficiente de correlación.

Maternidad.

Los resultados obtenidos en esta etapa, indican que la \bar{X}_f es el parámetro más altamente correlacionado con el rendimiento/m², en todas las series (Tabla No.9).

Preengorda.

En el coeficiente de correlación en esta etapa, para las 4 series, se eliminó el experimento uno de la serie uno, en el cual debido a fallas técnicas se tuvo una muerte masiva durante la segunda semana de cultivo en esta etapa.

Los resultados obtenidos nos indican que en esta etapa la densidad/m² inicial y final es el parámetro más altamente correlacionado en todas las series (Tabla No.10), excepto en la serie 3, en la que la correlación es alta pero negativa, mientras que la media de peso final tiene una correlación alta de 0.99.

Los resultados obtenidos del análisis de correlación de las tres primeras series, llevada a cabo con datos de la Tabla No.4, entre la media de peso inicial (\bar{X}_i) en maternidad y el kg/m² final obtenido en preengorda, nos indican que existe una relación explicada al 90% con un coeficiente de correlación de -0.96.

Los resultados obtenidos en la correlación de la conversión de alimentos con biomasa nos indican que: en

maternidad existe una relación explicada al 50% con un coeficiente de correlación de 0.68.

En preengorda tenemos una relación de 0.89 (Tabla No.11).

Tabla No. 9

Coefficiente de correlación de las 3 primeras series en maternidad.

Series	D/m^2_i	\bar{X}_f	D/m^2_f
1	0.36	0.98	0.61
2	-0.19	0.90	-0.53
3	0.82	0.98	-0.10

Tabla No. 10

Coefficiente de correlación de las 3 primeras series en preengorda.

Series	D/m^2_i	\bar{X}_f	D/m^2_f
1	0.99	-0.99	0.99
2	0.70	-0.51	0.79
3	-0.98	0.99	-0.99

Tabla No. 11

Coefficiente de correlación de la conversión de alimento con biomasa cultivada en maternidad y preengorda de todas las series.

Maternidad	0.68
Preengorda	0.89

V. DISCUSION

Densidades optimas y crecimiento.

En condiciones normales un organismo en su etapa de desarrollo, mientras más disponibilidad de alimento tenga, mayor será su incremento de peso. Sin embargo, la disponibilidad de alimento puede ser afectada por la densidad de organismos. En acuicultura es importante tomar en cuenta, las densidades de población del organismo que se va a cultivar, pues es necesario conocer la carga que soportan las estructuras de cultivo, para poder obtener un buen rendimiento/m².

Maternidad.

De acuerdo con los resultados del ANVA para las tres primeras series, tenemos que la D/m² inicial es diferente a nivel de serie, obteniéndose mejores resultados con respecto al kg/m² en la serie dos, en la que se obtuvo un rendimiento/m² promedio de 0.73 kg/m², el cual presenta una D.M.S. al 5% en las tres series. La supervivencia promedio en esta serie es del 68%.

Dentro de la serie dos, el tercer experimento, es el que tiene el rendimiento/m² más alto (0.79 kg/m²) y el porcentaje de supervivencia más alto (73%), que de acuerdo a resultados obtenidos en este Centro, en esta etapa de cultivo, se considera que es un porcentaje de supervivencia bastante

aceptable, dadas las condiciones de cultivo que se manejan. Por lo tanto, se tomó como base la D/m^2 , utilizada en este experimento para llevar a cabo la serie 4, que como se explicó anteriormente en diseño experimental, el objetivo principal de esta serie, es conocer los tiempos óptimos en maternidad y preengorda.

Como una observación importante tenemos que en el tanque "A", en el que se llevaron a cabo los experimentos número 1 de cada serie, presenta una fijación de alga en las paredes del tanque (diatomeas principalmente y algas verde-azul, identificadas solo hasta este nivel en la Unidad Experimental Peñasco), las cuales se comprobó que sirven de alimento al camarón en esta etapa de desarrollo, mediante observaciones del tracto digestivo de los mismos. Este crecimiento de algas es debido a que la ubicación del tanque dentro del laboratorio permite la incidencia directa de luz solar, lo cual no sucede en los otros tanques. A esta situación se atribuye el hecho de que los experimentos número 1 de cada serie presenten un mayor ritmo de crecimiento que los otros experimentos. Solo en la serie 3, el experimento tres tiene un ritmo de crecimiento mayor (figs. 8, 9 y 10); pero esto se puede atribuir al hecho de que la D/m^2 en el experimento uno fue mucho mayor (Tabla No. 4) obteniéndose una supervivencia de 61.5%, menor que las de los otros dos experimentos. Por esta razón se considera que la D/m^2 que se manejó en este experimento se encuentra en el límite máximo de carga que soportan las estructuras de maternidad en este estudio.

La D.M.S. al 5 y al 1% nos demuestra que existe diferencia entre el kg/m^2 y \bar{X}_f de los experimentos número uno de cada serie y el kg/m^2 y \bar{X}_f de los otros dos experimentos de cada serie.

Preengorda.

En esta etapa, los resultados del ANVA, también nos indican que existe diferencia en la D/m^2 inicial de cada serie, volviendo a tener mejores resultados con respecto al rendimiento/ m^2 en la serie dos, en la que el promedio es 3.05 kg/m^2 , que estadísticamente es diferente al de las otras dos series (Tabla No.4). La supervivencia promedio en esta serie es de 75.2%, en la serie 1 es de 59% y en la serie 3 es de 85%. Si tomamos en cuenta que la D/m^2 que se manejó en la serie 3 fue muy baja (Tabla No.4) y que la supervivencia de la serie dos y la serie 3 no son diferentes estadísticamente (Tabla No.8), se considera que la serie dos es la que mejores resultados presenta en rendimiento/ m^2 .

Dentro de la serie dos en esta etapa, el experimento uno es el que presenta mejores resultados en rendimiento/ m^2 (3.36 kg/m^2) con una supervivencia de 82% que representa el porcentaje más alto en esta serie (Tabla No.4). Por lo tanto se considera que el experimento uno es el que mejores resultados presenta en esta etapa, tomándose esta densidad como la mejor.

Tiempo de permanencia optima en maternidad y preengorda.

Como se había mencionado antes, en esta serie no se pudo hacer el análisis de varianza como se había planeado, por error en el diseño experimental de esta serie. en el que hicieron falta repeticiones de cada experimento. Por esta razón se hizo una gráfica de kg/m^2 contra tiempo de permanencia en preengorda (Fig.12), en la cual se utilizó un promedio de las desviaciones estandar que presentan los datos de kg/m^2 de las tres primeras series, las cuales son muy parecidas (± 0.25 , ± 0.28 y ± 0.21 , respectivamente), asumiendo que la desviación estandar de esta serie se comporta de la misma manera. Con esto se obtiene que los rendimientos/ m^2 de los tres experimentos son diferentes, quedando fuera de las variaciones naturales esperadas, por lo que se considera que el experimento número uno es el mejor con un rendimiento de 4.60 kg/m^2 . Por lo tanto se considera es mejor recortar el tiempo de duración en la etapa de maternidad una o dos semanas, de las cinco que se le daban a esta etapa.

Sin embargo es conveniente en experimentos posteriores llevar a cabo la serie 4 con repeticiones, para poder hacer un análisis más acertado y llegar a conclusiones mejor fundamentadas, basadas en el análisis de varianza.

Coeficiente de correlación.

En maternidad como ya se vió en resultados, el parámetro más altamente correlacionado con el rendimiento/ m^2

en todas las series es la media de peso final. Solo en la serie tres tenemos que además de la correlación de la media de peso final (0.98) explicada en un 86%, existe la correlación de densidad/m² inicial (0.82), que solo está explicado en un 67% (Hayslett Jr., 1973). Esta correlación de la D/m² inicial se atribuye a las densidades bajas de población que se manejaron en esta serie (Tabla No.9), en la que se obtuvo un promedio de peso final mayor que en las otras series con la misma duración en esta etapa.

Por lo tanto de los análisis realizados podemos deducir que la \bar{X}_f en esta etapa es el parámetro más importante y que más afecta al rendimiento/m², es decir que a mayor \bar{X}_f mayor será el rendimiento/m². Además tomando en cuenta que en los estadios postlarvales del camarón es cuando aparece el canibalismo (Bardach, 1972) y que en sus primeras etapas de desarrollo se presentan las mortalidades más altas (Villavicencio, 1977-1979), no es conveniente manejar densidades de población altas en esta etapa de cultivo, puesto que el porcentaje de mortalidad puede aumentar considerablemente.

En preengorda, tenemos que el parámetro más altamente correlacionado es la densidad/m² inicial y final. En la serie 3 tenemos que la correlación es alta pero negativa (-0.98 y -0.99), (Tabla No.10), lo cual nos indica que la correlación de la D/m² es inversa; es decir, que al disminuir la D/m² aumenta el rendimiento (Hayslett Jr., 1973). En esta serie (Tabla No.4), se manejó una D/m²_i muy baja, teniendo como

consecuencia que la \bar{X}_f fuera la causa directa principal sobre el rendimiento, teniendo un coeficiente de correlación de (0.99) (Tabla No.10).

En la serie dos la D/m^2 inicial y final tiene un coeficiente de correlación de 0.70 y 0.79 respectivamente, afectando en un 50% y 60% al rendimiento, considerándose que existieron otras variables que intervinieron en esta relación (Tabla No.10), no pudiéndose establecer esas variables.

Por lo tanto podemos deducir que en esta etapa la D/m^2 tiene una relación directa, es decir que a mayor densidad/ m^2 , mayor será el rendimiento/ m^2 , teniendo que sacrificar el tamaño del camarón en esta etapa. Por lo que es conveniente manejar densidades/ m^2 , teniendo especial cuidado en la alimentación y oxígeno disuelto del agua, puesto que mientras mayor sea la densidad las condiciones de cultivo se vuelven más críticas.

Por otro lado la relación existente entre la \bar{X}_i en maternidad y el kg/m^2 en preengorda es alto (-0.96) es decir que la \bar{X}_i es la variable que afecta en un 90% el kg/m^2 teniendo una relación inversa, dada por el signo negativo, lo que nos indica que a mayor media de peso inicial menor será el rendimiento/ m^2 final en preengorda. Por lo que es conveniente trabajar con pesos iniciales como los de la serie 2.

En síntesis, los análisis de correlación nos indican que es mejor trabajar con D/m^2 bajas en maternidad para obtener una \bar{X}_f alta y en preengorda incrementar la densidad/ m^2 , para

obtener densidades/m² finales altas; y además emplear organismos de una \bar{X}_1 baja como los de la serie 2 (0.004 gr) al iniciar el cultivo, para mejorar así el kg/m² final.

Conversión de alimento.

La relación que presenta la conversión de alimento en maternidad con la biomasa cultivada (kg/m²) es baja puesto que el coeficiente de correlación en esta etapa es de 0.68, ésto indica que solo se relaciona en un 50% con la biomasa obtenida en maternidad.

En preengorda existe una mayor relación de la conversión de alimento con la biomasa cultivada puesto que el coeficiente de correlación es de 0.89 (Tabla No.11). Sin embargo no es tan alto como se esperaba, considerándose que existen otras variables que intervienen.

Estos resultados nos conducen a deducir que hubo errores en los muestreos de población realizados semanalmente en las estructuras de cultivo para ajustar la cantidad de alimento a proporcionar.

El monitoreo semanal de la población cultivada fue uno de los principales problemas que se presentaron en este trabajo, evitando así establecer un mejor control sobre la población.

En base a que la conversión de alimento total no presenta una gran variación (Tabla No.4) en los valores obtenidos, ya que la mejor conversión obtenida (2.1) en el

experimento 2 de la serie 1 no compensa la diferencia en kg/m^2 obtenidos en los experimentos 1 y 2 de la serie 4 (4.6 y 3.5 respectivamente). Considerándose por lo tanto que el experimento 1 de la serie 4 fue el mejor experimento con 4.6 kg/m^2 y una conversión de alimento de 2.9, seguido del experimento 2 de la serie 4 con 3.5 kg/m^2 y una conversión de 2.7.

Parámetros fisicoquímicos.

En maternidad como se puede observar en la Tabla No.5 las variaciones del O_2 disuelto, temperatura, pH y salinidad se encuentran dentro de los rangos óptimos (Villavicencio, 1979) considerándose que estas variaciones no afectan el desarrollo normal de los camarones cultivados. Solo el amonio presenta una variación considerable y valores promedio muy altos, pero como ya se explicó anteriormente en resultados, los datos que afectan los promedios son valores altos aislados que se presentaron en un período muy corto de solo unas 3 ó 4 horas. Por la falta de datos de amonio en varios de los experimentos no se pudo establecer una relación clara de ésta con los cultivos. Sin embargo de las dos primeras series que es donde se tienen datos, se ve que no afecta la supervivencia puesto que en estas series es donde se tienen los porcentajes más altos.

En preengorda como se puede observar en la Tabla No.6, las variaciones, la temperatura, pH, salinidad, se encuentran dentro de los rangos óptimos (Villavicencio, 1979) considerando

que estas variaciones no afectaron el desarrollo de los camarones cultivados. El oxígeno disuelto presenta valores bajos en la serie 4. Estos se presentaron como ya se explicó en resultados debido a fallas técnicas, observándose únicamente por períodos cortos de tiempo, teniendo que el promedio de O_2 de estos cultivos se encuentran dentro de los rangos óptimos para esta especie, así que se considera que tampoco afecta grandemente el desarrollo normal de los camarones cultivados.

Por otro lado el amonio presenta valores promedio bastante bajos (Tabla No.6) que se encuentran dentro del rango óptimo para la especie y al igual que en maternidad, faltan datos para varios de los cultivos, no pudiéndose establecer una relación más precisa de éste con el desarrollo del cultivo. Sin embargo se considera que en estas etapas no fueron críticos los valores del amonio.

VI. CONCLUSIONES

- 1.- El mejor experimento fue el primero de la serie 4 con respecto a kg/m^2 .
- 2.- Los parámetros que tienen una mayor asociación con el rendimiento/ m^2 son la D/m^2 , la \bar{X}_i y la \bar{X}_f .
- 3.- Es mejor trabajar con pesos iniciales de 0.004 gr para obtener mejor rendimiento/ m^2 .
- 4.- En maternidad es mejor manejar densidades bajas para obtener promedios de peso finales altos, ya que a mayor \bar{X}_f mayor rendimiento/ m^2 .
- 5.- En preengorda a mayor densidad mayor será el rendimiento/ m^2 por lo tanto es mejor manejar densidades altas aunque el promedio de peso final no sea muy alto.
- 6.- Disminuir la duración del cultivo, en la etapa de maternidad y aumentarlo en preengorda, para obtener al final de las dos etapas un mejor rendimiento/ m^2 .
- 7.- Guardar una proporción entre la capacidad de las estructuras de maternidad y las de preengorda, para no desperdiciar espacio cultivable.

VII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y a los problemas que se presentaron en este estudio se recomienda lo siguiente.

- 1.- Establecer una metodología que nos permita cuantificar la población, Para esto sería necesario diseñar algún tipo de experimento para obtener la información necesaria de cual es el tipo de muestreo que se debe seguir para establecer la supervivencia del camarón en los cultivos.
- 2.- Implementar el cultivo con medidas preventivas, en los casos de falla en los sistemas de circulación y oxigenación de agua.
- 3.- Como una de las conclusiones fue la de manejar densidades/ m^2 iniciales altas, en preengorda es necesario aumentar la oxigenación del agua y tomar en cuenta el punto dos, para evitar una baja sorpresiva de oxígeno, que provoque una muerte masiva de camarones.
- 4.- Los tanques de maternidad deben tener una iluminación solar que permita el crecimiento de algas en los mismos.
- 5.- En las estructuras de preengorda debe existir una buena iluminación que permita el crecimiento de algas.
- 6.- La duración de las postlarvas debe ser menor en la etapa de maternidad y mayor en la etapa de preengorda.
- 7.- Que en la construcción de las estructuras de cultivo para maternidad y preengorda, se calculen en base a las densidades

que se van a manejar para no desperdiciar espacio.

8.- Repetir la serie 4 con un diseño tal que permita hacer el análisis de varianza y poder obtener así la información necesaria con mayor validez.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Boshii EE. 1974. Simposio FAO/ carpas sobre acuicultura en América Latina. Montevideo Uruguay 1974. Biología de crustáceos cultivables en América Latina; Instituto de Biología Marina, Argentina.
- 2.- Cedeño M.C. 1974. Simposio FAO/carpas sobre acuicultura en América Latina. El cultivo del camarón en el Ecuador Montevideo Uruguay 1974. Instituto Nacional de Pequeña, Guayaquil, Ecuador.
- 3.- Cochran, W.G. y Cox G.M. Diseños experimentales, Editorial Trillas, tercera edición 1974. Pag. 648-65.
- 4.- Cook H.L. 1969. A method of rearing penaeid shrimp larvae for experimental studies, FAO fish Rep (57) Vol. 3.
- 5.- Chapa, S.H. 1956, "La distribución geográfica de los camarones del Noroeste de México y el problema de las artes fijas de pesca", Secretaría de Marina, México, 87 D.F.
- 6.- Fujinaga M. 1967. "Method of cultivation of penaeid shrimp" United States patent office patented Nov. 11, 1969: 14.
- 7.- Fujinaga, M. 1970. Kuruma shrimp (Penaeus japonicus) cultivation on Japan. FAO. Fisheries report 57. 2:811-832.
- 8.- Hayslett Jr. H.T. 1973. Estadística simplificada ediciones minerva.
- 9.- Martínez L.R. y Kintani H. 1976. Trabajos de repoblación con postlarvas de camarón en el estero de Santa Rosa, en Bahía Kino. Sonora. CICTUS. Segundo informe presentado a consideración de la Dirección de Acuicultura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- 10.- Mock, C.R. and M.A. Murphy 1970. "Techniques for raising penaeid shrimp". Texas agricultural extension service.
- 11.- Parker, J.C. and Conte F.S. 1973. "An intensive culture system for penaeid shrimp". Texas agricultural extension service.
- 12.- Parker, R.E. 1976. Estadística para biólogos. Ediciones Omega, S.A. pp. 76-81.

- 13.- Pérez, D.P. y Suárez M.O. 1976. Cultivo experimental de los estadios larvales del camarón blanco P. schmitti Burkenroad. Ciencias serie 8, Investigaciones marinas No.26.
- 14.- Pérez D.P. y Ros. R.M., 1974, Cultivo experimental de postlarvas del camarón blanco P. schmitti Burkenroad Ciencias serie 8, investigación de marinas No.10.
- 15.- Pérez L.A., Infante J.R., y Villavicencio O. 1974. "Cultivo en cautiverio del camarón Penaeus californiensis y experimentos nutricionales. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.
- 16.- Shigueno 1972. Problems on prawn culture in Japan chief Kagoshima prefecture fisheries experiment station, Kagoshima City, Japan.
- 17.- Spiegel M.R. 1970. Teoría y problemas de estadística serie de compendios Schaum. McGraw Hill de México p. 241-246.
- 18.- Stickney 1979. Principles of warmwater aquaculture department of wildlife and fisheries sciences texas A&M University. A. wiley - Interscience publication.
- 19.- Strickland, J.D.H. y Parsons T.R. 1972. A practical handbook of sea water analysis. Fisheries research board of Canada, Ottawa, 1972. Second edition. p.p. 21-26, 87-89.
- 20.- Wheeler, R. 1967. "Experimental rearing of postlarval Brown shrimp to marketable size in ponds. Commercial fisheries review.
- 21.- Willis, S.A., Hagood R.W. and Eliason, G.T. 1976. "Effects of four stocking densities and three diets on growth and survival of postlarval Macrobrachium rosenbergii and M. acanthurus" Proc' 7th Ann. Workshop world mar. Soc. 655-662.
- 22.- Villavicencio C. et. al. 1975. Estudios del ciclo biológico y prácticas de semicultivo de camarón azul Penaeus californiensis y del camarón azul Penaeus stylirostris CICTUS Primer informe parcial presentando a la consideración de la Secretaría de Recursos Hidráulicos Dirección General de Irrigación y Control de Ríos, Dirección de Acuacultura
- 23.- Villavicencio, C. et. al. 1977-1979. Proyecto especial de recursos Bióticos Marinos, prácticas de cultivo de camarón azul P. stylirostris. Presentado a la consideración de la O.E.A., Ocho informes parciales.

A N E X O 1

En las tres primeras series se ordenaron los datos de acuerdo al diseño de bloques al azar, en la que los datos se agruparon en un bloque de "r" experimentos y "k" series, aplicando el análisis bimodal de la varianza, el cual tiene por objeto analizar simultáneamente las series y los experimentos. A continuación se describe el método explicado por Hayslett Jr. 1973.

Bloques al Azar

$$\bar{T}_j = \frac{T_{.j}}{k} \quad T_{.j} = \text{Totales de experimentos}$$

$$\bar{T}_i = \frac{T_{i.}}{r} \quad k = \text{Número de series}$$

$$\bar{T} = \frac{T_{..}}{rk} \quad T_{i.} = \text{Totales de series}$$

$$r = \text{Número de experimentos}$$

$$T_{..} = \text{Sumatoria total de series y experimentos}$$

$$x_{ij} = \text{Cada una de las observaciones hechas}$$

Serie Experimento	1	2	...	k	$T_{.j}$
1	x_{11}	x_{21}		x_{k1}	$T_{.1}$
2	x_{12}	x_{22}		x_{k2}	$T_{.2}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
r	x_{1r}	x_{2r}		x_{kr}	$T_{.r}$
$T_{i.}$	$T_{1.}$	$T_{2.}$		$T_{k.}$	$T_{..}$

$$T_{.1} = \sum_{i=1}^k x_{i1}$$

$$T_{1.} = \sum_{j=1}^r x_{1j}$$

$$T_{.2} = \sum_{i=1}^k x_{i2}$$

$$T_{2.} = \sum_{j=1}^r x_{2j}$$

$$T_{.r} = \sum_{i=1}^k x_{ir}$$

$$T_{r.} = \sum_{j=1}^r x_{rj}$$

Análisis Bimodal de Varianza

$$\text{Factor de corrección} = FC = \frac{T_{..}^2}{rk}$$

Fuente	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio
Serie	k-1	SC series = $\sum_{i=1}^k \frac{T_{i.}^2}{r} - \frac{T_{..}^2}{rk}$	CM series = $\frac{\text{SC series}}{k-1}$
Experimento	r-1	SC exp. = $\sum_{j=1}^r \frac{T_{.j}^2}{k} - \frac{T_{..}^2}{rk}$	CM exp. = $\frac{\text{SC exp.}}{r-1}$

$$\text{Error } (r-1)(k-1) \text{ SC error} = \text{SC Total} - \text{SC series} - \text{SC exp.} \quad \text{CM error} = \frac{\text{SC error}}{(r-1)(k-1)}$$

$$\text{Total } rk-1 \text{ SC total} = \sum \sum x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{rk}$$

$$\text{Calcular: } F = \frac{\text{CM series}}{\text{CM error}}$$

Rechazar H_0 : las medias de las series son iguales si:

$F \geq F_{\alpha} [r-1, (r-1)(k-1)]$ en la tabla de F $\alpha = .05$ y $.01$

$$\text{Calcular } F = \frac{\text{CM exp.}}{\text{CM error}}$$

Rechazar H_0 : Las medias de las series son iguales si:

$$F \geq F_{\alpha} \{k-1, (r-1)(k-1)\} \quad \alpha = .05 \text{ y } .01$$

La diferencia mínima significativa (D.M.S.) se aplicó cuando no se encontró diferencia significativa en los análisis del ANVA. La DMS se basa en la siguiente fórmula

$$DMS = T_{\alpha} \text{ g1 error } \sqrt{\frac{2 \text{ CME}}{r}}$$

en donde:

g1 son los grados de libertad del error

CME es el cuadrado medio del error

r es el número de datos

Análisis de correlación.

El análisis de correlación se efectuó entre \bar{X}_i , D/m² inicial y final y \bar{X}_f y el rendimiento/m² (kg/m²) en cada una de las series, para obtener un índice de selección, tomando en cuenta los cultivos realizados.

Para los cálculos de correlación se utilizó una calculadora programable "Texas Instruments TI-55".

Los cálculos de correlación se basan en la fórmula:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Descrito por Spigel, 1970.