



03067  
2 ej. 3

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

**UNIDAD ACADEMICA DE LOS CICLOS**  
**PROFESIONAL Y DE POSGRADO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA**  
**ESPECIALIZACION. MAESTRIA Y DOCTORADO**  
**EN CIENCIAS DEL MAR**

**CULTIVO DE CAMARON AZUL, Penaus stylirostris, EN CORRALES**  
**FLOTANTES EN DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO EN SONORA, MEXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**  
**(OCEANOGRAFIA BIOLOGICO-PESQUERA)**

**P R E S E N T A :**

**LUIS RAFAEL MARTINEZ CORDOVA**

**MEXICO, D. F.**  
**1987**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	Pag. 1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	8
AREA DE ESTUDIO	12
MATERIAL Y METODOS	13
Medición de Parámetros Fisicoquímicos	13
Desarrollo de cultivos experimentales	14
Relación entre Parámetros Poblacionales y Fisicoquímicos	17
Relación entre parámetros fisicoquímicos y crecimiento	17
Relación entre parámetros fisicoquímicos y sobrevivencia	18
Relación entre parámetros fisicoquímicos y biomasa	18
RESULTADOS Y DISCUSION	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA	47
FIGURAS	52
ANEXOS	72

## INDICE DE TABLAS

pag.

Tabla 1.- Valores medios, máximos y mínimos mensuales de temperatura durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981.	19
Tabla 2.- Valores medios, máximos y mínimos mensuales de salinidad durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981.	21
Tabla 3.- Valores medios, máximos y mínimos mensuales de oxígeno disuelto durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981.	22
Tabla 4.- Matriz de correlacion de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.	23
Tabla 5.- Resultados de crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenida en 5 cultivos experimentales de camarón azul en el estero La Cruz.	24
Tabla 6.- Resultados condensados de crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenidos en 5 cultivos experimentales de camarón azul en el estero La Cruz.	28
Tabla 7.- Datos semanales de crecimiento, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.	29
Tabla 8.- Resultados del programa de regresión, indicando la relación entre parámetros fisicoquímicos y crecimiento del camarón.	31
Tabla 9.- Valores de sobrevivencia total, biomasa obtenida y promedios de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en 5 cultivos experimentales de camarón azul.	36
Tabla 10.- Matriz de correlacion entre los promedios de los parámetros fisicoquímicos durante los cultivos.	36
Tabla 11.- Resultados del programa de regresión que indican la relación entre parámetros fisicoquímicos y sobrevivencia del camarón.	37
Tabla 12.- Resultados del programa de regresión que indican la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la biomasa.	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ciclo de vida del camarón del género <i>Penaeus</i> .	52
Figura 2.- Area de estudio.	53
Figura 3.- Diagrama de un corral para cultivo de camarón.	54
Figura 4.- Curva típica de crecimiento de camarón azul	55
Figura 5.- Variación estacional de temperatura en el área de cultivo.	56
Figura 6.- Variación estacional de salinidad en el área de cultivo.	57
Figura 7.- Variación estacional de oxígeno disuelto en el área de cultivo.	58
Figura 8.- Valores reales y recta de regresión de la relación temperatura-crecimiento para camarones de 2 a 5.5 g. (A) y de 5.5 a 12.5 g. (B).	59
Figura 9.- Valores reales y recta de regresión de la relación salinidad-crecimiento para camarones de 2 a 5.5 g.	60
Figura 10.- Valores reales y recta de regresión de la relación OD-crecimiento, para camarones de 2 a 5.5 g. (A) y de 5.5 a 12.5 g.(B).	61
Figura 11.- Relación entre temperatura, salinidad y crecimiento de camarón cultivado.	62
Figura 12.- Relación entre temperatura, oxígeno disuelto y crecimiento de camarón cultivado.	63
Figura 13.- Relación entre salinidad, oxígeno disuelto y crecimiento de camarón cultivado.	64
Figura 14.- Valores reales y recta de regresión de la relación temperatura-sobrevivencia de camarón azul.	65
Figura 15.- Valores reales y recta de regresión de la relación OD-sobrevivencia de camarón azul.	66

Figura 16.- Relación entre temperatura, salinidad y sobrevivencia de camarón cultivado.	67
Figura 17.- Relación entre temperatura, OD y sobrevivencia de camarón cultivado.	68
Figura 18.- Relación entre salinidad, OD y sobrevivencia de camarón cultivado.	69
Figura 19.- Valores reales y recta de regresión de la relación temperatura-biomasa obtenida de camarón azul en cultivo.	70
Figura 20.- Valores reales y recta de regresión de la relación OD-biomasa obtenida de camarón azul en cultivo	70
Figura 21.- Relación entre temperatura, salinidad y biomasa obtenida de camarón.	71
Figura 22.- Relación entre temperatura, salinidad y biomasa obtenida de camarón.	71
Figura 23.- Relación entre salinidad, OD y biomasa obtenida de camarón.	72

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para ver la relación existente entre algunos parámetros fisicoquímicos como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, y algunos aspectos poblacionales de camarón azul Penaeus stylirostris bajo condiciones de cultivo, tales como crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenida

Se realizaron 5 cultivos experimentales en el estero La Cruz, Sonora, en diferentes épocas del año que abarcaron de abril de 1980 a febrero de 1981. En cada cultivo se utilizaron 2 corrales flotantes de 30 m<sup>2</sup> de superficie, colocando en cada uno 3000 camarones con un peso inicial entre 0.36 y 1.66 g.

El registro de temperatura, salinidad y OD se llevó a cabo durante dos años, de julio de 1979 a junio de 1981.

La temperatura presentó una variación anual de 11.20 a 34.40°C.; la salinidad de 30.0 a 44.20 partes por mil y el OD, de 3.0 a 6.9 ml/l.

El crecimiento del camarón varió notablemente en los diferentes cultivos, registrándose un crecimiento mínimo de 0.03 g/semana en un cultivo realizado de noviembre a febrero y un máximo de 2.12 g/semana en un cultivo llevado a cabo de junio a septiembre. La sobrevivencia presentó también una variabilidad importante, con un valor mínimo de 40 % en un cultivo de junio a septiembre y un máximo de 61 % en un cultivo de noviembre a febrero.

La biomasa obtenida fue muy variable en los distintos cultivos, con un valor mínimo de 10.87 kg/corral en un cultivo de agosto a diciembre y un máximo de 20.28 kg/corral en un cultivo de abril a agosto. Lo anterior parece ser resultado del efecto de la temperatura sobre el crecimiento del camarón.

La temperatura, parece ser el parámetro que tiene una relación mas significativa con el crecimiento del camarón, mientras que la sobrevivencia parece relacionarse mejor con los niveles de OD. La biomasa obtenida, se relaciona significativamente tanto con la temperatura como con el OD.

La salinidad, dentro de los límites registrados en el área, no presentó una relación muy significativa con ninguno de los parámetros poblacionales.

Se encontró que los parámetros fisicoquímicos, sobre todo temperatura y OD, están estrechamente correlacionados y por lo tanto su efecto no es independiente; esto crea una cierta confusión en las correlaciones múltiples.

#### ABSTRACT

A study was conducted in La Cruz estuary in Sonora, (Mexico) in order to know the relationship between some environmental parameters as temperature, salinity and dissolved oxygen and some population aspects of blue shrimp Penaeus stylirostris under farm conditions, as growth, survival and biomass obtained.

5 experimental cultures were conducted from April, 1980 to February, 1981. In each culture, 2-30 m<sup>2</sup> cages were used, putting 3000 shrimp per cage, with an initial weight of 0.36-1.66 g.

Environmental parameters were recorded during 2 years, from July, 1979 to June 1981.

Temperature varied from 11.20 to 34.40 °C.; salinity, from 30.0 to 44.20 ppt and DO, from 3.0 to 6.9 ml/l.

Growth varied widely in the different seasons. The lowest growth

rate, 0.03 g/week was obtained during November to February. The greatest growth rate, was 2.12 g/week, obtained from June to September culture.

Survival rates, also presented significant differences between culture conditions. The lowest survival (40%), was obtained during June to September. The highest survival (61%), was obtained in the November to February season.

Biomass obtained, varied widely, depending on the culture season. The lowest value (10.87 kg/cage), was obtained in the culture August to December. The highest value (20.28 kg/cage), was obtained in the culture from April to August.

Growth of shrimp seems to be most strongly correlated with temperature, while survival appears to be associated with DO levels.

Salinity within the range recorded is the parameter that show the lowest relationship with growth, survival and biomass.

The environmental parameters, specially temperature and DO, are strongly correlated and then their effect is not independent. That situation introduces confusion in the multiple correlations.

### INTRODUCCION

La acuicultura constituye una de las opciones mas viables para incrementar la producción de organismos acuáticos, en virtud de que la producción natural ya no puede ser aumentada mucho mas. En la actualidad gran parte de los recursos pesqueros, sobre todo aquellos con un gran valor comercial, están siendo explotados a toda su capacidad sostenible; esto está relacionado con los límites de productividad primaria del océano (Ryther,

1969, Idyll, 1965, Stickney, 1979)

Para el año de 1983, la acuicultura contribuía con el 10 % a la producción pesquera mundial y se esperaba que para 1985 esta contribución fuera del 12 % (Allen et al. 1984)

Uno de los cultivos que ha adquirido mayor auge actualmente, es el del camarón de diferentes especies, sobre todo en las zonas tropicales y templadas (Shigueno, 1972; Hanson y Goodwin, 1977).

Actualmente a nivel mundial el cultivo de camarón, es importante en algunos países como Japón, en donde se obtienen alrededor de 1200 toneladas anuales (Brown, 1983) y en Ecuador en donde la producción cultivada constituye el 75 % del total. En nuestro país, la camaronicultura es aun muy reciente y la producción obtenida es insignificante respecto a la que se obtiene por pesca (Se esperaba una captura de 70,000 toneladas para el año de 1986, según El Banco Nacional Pesquero y Portuario, ).

La producción mundial de camarón es actualmente de alrededor de 600,000 toneladas al año (FAO, 1985) y las especies del género Penaeus, son las que mayormente contribuyen a esta producción; son también las preferidas para el cultivo.

El pionero del cultivo del camarón en el mundo, fué M. Fujinaga en 1933; sin embargo no fué sino hasta 1964 cuando los procedimientos técnicos alcanzaron un nivel práctico y se empezaron a realizar cultivos a nivel comercial (Shigueno, 1975). En los Estados Unidos de Norteamérica, el iniciador del cultivo del camarón, fué C. Lunz, quien trabajó en las lagunas costeras de Carolina del Sur con las especies Penaeus setiferus, P.

duorarum y P. aztecus (Lunz, 1951, 1956, 1958, 1967; Lunz y Bearden, 1963).

En la actualidad, el cultivo del camarón se ha incrementado notablemente a nivel comercial, principalmente en los estados americanos de Texas, Florida, Louisiana y Hawai, así como en Centro y Sudamérica (Hanson y Goodwin, 1977; Bardach et al., 1972; Mc Vey, 1983). El estado del arte ha sido recientemente revisado por Lawrence et al. (1981, 1983).

En nuestro país, las primeras investigaciones sobre cultivo de camarón, se llevaron a cabo a principios de la década de los 70's, siendo el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, uno de los pioneros en este campo (CICTUS, reporte técnico, 1983).

En el CICTUS, se ha trabajado principalmente con el camarón azul Penaeus stylirostris.

La taxonomía de esta especie según Burkenroad (1963, 1981) y Schram (1979, 1981) es la siguiente:

Phylum	Crustacea
Clase	Malacostraca. Latreille, 1806
Subclase	Eumalacostraca. Grobben, 1892
Cohorte	Eucarida. Calman, 1904
Orden	Decapoda. Latreille, 1803
Suborden	Dendrobranquiata, Bate, 1888.
Superfamilia	Peneoidea. Rafinesque, 1805
Familia	Penaeidae
Subfamilia	Penaeinae
Genero	Penaeus (Burkenroad, 1963, 1981)
"	"

Los miembros del género Penaeus han sido divididos por Perez-Farfante (1969) en cuatro subgéneros): Litopenaeus, Penaeus, Fenneropenaeus y Melicertus (Farfantepenaeus.)

Como miembros de los crustáceos, los camarones son artrópodos

mandibulados con apéndices birrameados articulados, con dos pares de antenas, caparazón, branquias y larva nauplio.

Una de las características sobresalientes de los crustáceos es la presencia de un exoesqueleto de origen quitinoso que es secretado por la epidermis y que posteriormente se calcifica. A medida que el camarón crece, el exoesqueleto tiene que ser desechado y sustituido por otro de mayor tamaño. Este proceso conocido como ecdisis o muda, es de gran importancia para el camarón cultivado por varias razones: en primer lugar durante la muda, el camarón absorbe una gran cantidad de agua por lo que su peso en esta etapa es mayor que la de otros organismos de la misma talla que no estén en proceso de muda; esto puede confundir los monitoreos. En segundo lugar, durante la muda, el camarón queda casi completamente desprotegido y es más susceptible al ataque de predadores e incluso de sus propios congéneres ya que estos organismos muestran en su comportamiento un cierto grado de canibalismo. Por último, es importante que el camarón no sea cosechado cuando esté en proceso de muda ya que de esta manera se dificulta su conservación, al ser más fácilmente atacado por bacterias, hongos y otros microorganismos.

El ciclo de vida del camarón azul es el siguiente: la hembra desova en el mar abierto, donde generalmente se lleva a cabo todo el desarrollo larvario; posteriormente las postlarvas o juveniles penetran en los sistemas estuarinos en donde permanecen hasta antes de alcanzar la madurez sexual; después salen al mar en donde maduran, copulan y se inicia nuevamente el ciclo (figura 1, tomada de Lawrence, 1981).

para dar lugar al estadio nauplio, el cual tiene cuatro subestadios; después del último, se pasa al estadio protozoa, el cual a su vez tiene tres subestadios; posteriormente viene el estadio mysis con tres subestadios y después de este se tiene ya lo que se llama postlarva. Todo el ciclo larvario dura entre 13 y 15 días.

Durante el primer estadio, es decir el de nauplio, el organismo se alimenta del vitelo del huevo; durante el estadio de protozoa, su alimentación es a base de fitoplancton y en el estadio de mysis el organismo se alimenta de fito y zooplancton.

Respecto a los hábitos alimenticios del camarón juvenil y adulto, existen algunas controversias y estas se deben básicamente a la dificultad para identificar el contenido estomacal, el cual generalmente se encuentra macerado. Williams (1955) encontró que el contenido estomacal del camarón del género *Penaeus*, era una masa de detritos y depósitos orgánicos del fondo; Viosca (1920) y Weymouth (1933), sostienen que los camarones de este género son omnívoros; Dernell (1958) y Broad (1965) llegaron a la misma conclusión revisando literatura sobre tres especies de peneidos. En trabajos más recientes se da por hecho que los camarones de este género, son omnívoros. (Gosner, 1971; Kinne, 1977).

En observaciones personales durante los cultivos experimentales, fue posible observar directamente que los camarones además del alimento artificial proporcionado, comían algas y otros organismos que se encontraban dentro de las estructuras de cultivo, lo cual ratifica que al menos esta

especie, es omnívora.

En su Unidad Experimental Peñasco, el CICTUS ha desarrollado una tecnología para el cultivo del camarón azul Penaeus stylirostris, la cual incluso ya empieza a ser utilizada a nivel comercial (CICTUS, 1984).

A partir de 1975, se empezaron a realizar los primeros intentos para cultivar la especie en sistemas semiintensivos y extensivos (Kitani y Martinez, 1977).

Se han probado varios sistemas como: tapos, corrales flotantes, estanques rústicos y semirrústicos (Villavicencio, et al , 1982). Los mejores resultados se han obtenido en estanques semirrústicos y en corrales flotantes. Este último sistema fué el que se utilizó en el presente estudio.

#### OBJETIVOS

El presente trabajo forma parte de un amplio programa sobre cultivo de camarón que desarrolla el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS).

El Objetivo del Estudio es tratar de establecer la relación que existe entre algunos parámetros fisicoquímicos como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto y algunos parámetros poblacionales como crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenida; esto para una población de camarón azul Penaeus stylirostris, bajo condiciones de cultivo en el estero La Cruz, Sonora.

Uno de los aspectos que se deben tomar en cuenta en el cultivo en corrales flotantes es el hecho de que las condiciones ambientales no están controladas y por lo tanto su variación natural, influye directamente sobre la población en cultivo, en

aspectos tales como crecimiento y sobrevivencia, lo cual a su vez determina la biomasa obtenida.

En este sentido, algunos de los parámetros fisicoquímicos mas importantes son: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

La temperatura es el principal regulador de los procesos biológicos en el medio marino, ya que gobierna las funciones fisiológicas de los organismos al actuar directa o indirectamente en combinación con otros factores constituyentes de la calidad del agua en aspectos tales como: velocidad de las reacciones químicas, intercambio molecular a nivel membrana, metabolismo, maduración sexual y otros (Kinne, 1970).

La influencia de la temperatura en los organismos marinos, es normalmente detectada por el efecto final que produce en ellos como puede ser: crecimiento, mortalidad, maduración y otros. Esto es porque medirla a otro nivel, además de resultar complicado, carece de interes práctico.

La inhabilidad de los crustáceos para controlar su temperatura corporal, sugiere que su metabolismo varía directamente con los cambios de temperatura ambiental. En general esta es la respuesta típica para la mayoría de los crustáceos; sin embargo existen muchos organismos que difieren de este patrón y estas diferencias dependen principalmente de la especie y de las condiciones ecológicas en las que los organismos se han desarrollado (Vernberg y Vernberg, 1972; Lockwood, 1967 y Kinne, 1970). Algunos crustáceos son practicamente insensibles en un amplio rango de temperatura (Valores de  $Q_{10}$  bajos), en cambio en otros, el metabolismo se ve muy influenciado por los cambios de

temperatura ambiental.

La tolerancia de los invertebrados marinos a la temperatura, se modifica por la intensidad de otros factores ambientales que actúan simultáneamente, entre los que se pueden mencionar: salinidad, presión y gases disueltos (Kinne, 1970).

Otros factores que pueden alterar la respuesta de los organismos marinos a la temperatura, son: el estado de desarrollo, la talla, la aclimatación y la distribución geográfica (Vernberg, 1962; Aldrich, 1968 y Wisepepe, 1972).

Lawrence et al. (1981), sugiere que una temperatura de 23 C. es requerida por Penaeus stylirostris y P. setiferus, para tener un crecimiento adecuado a nivel comercial. Lawrence et al. (1985), establecen que los camarones tropicales y subtropicales, crecen mejor a temperaturas entre 23 y 32 °C. Hanson y Goodwin (1977) sugieren que para el cultivo de peneidos en estanques, se deben mantener temperaturas entre 25 y 30 °C. para obtener buenos rendimientos; temperaturas menores de 25°C. se traducen en crecimientos bajos del camarón. Según los propios autores, la sobrevivencia puede ser mas alta entre 20 y 25 °C. y mas baja entre 10 y 12 °C., que la que puede ocurrir en el rango optimo para el crecimiento (25-30°C.)

La salinidad es otro de los factores importantes para las especies acuáticas ya que interviene en el equilibrio osmótico que existe entre el organismo y el medio que lo rodea. Por otro lado, la salinidad junto con otros parámetros como la temperatura, determina la densidad y viscosidad del agua que son factores importantes para la flotación, movimiento y respiración de muchas especies (Sevilla, 1977).

La salinidad afecta también el metabolismo de los organismos acuáticos. Los crustáceos presentan respuestas metabólicas muy variadas ante los cambios de salinidad, dependiendo de la especie (Kinne 1964). Estos cambios pueden reflejar algunas alteraciones fisiológicas en aspectos tales como: osmorregulación, alimentación, reproducción y locomoción.

La tolerancia de los organismos marinos a la salinidad, depende de la variación de otros factores ambientales como temperatura y oxígeno disuelto (Mc. Leese, 1956; Tagatz, 1969; Todd y Dernel, 1960).

Rodríguez (1981), detectó el "stress" causado por diferentes concentraciones de sal en dos especies de camarón: Penaeus vannamei y P. stylirostris, y encontró un decremento muy significativo en la cantidad de proteínas en el suero sanguíneo, asociado a una presión osmótica extremadamente elevada, a salinidades de 50 partes por mil.

Los camarones del género Penaeus, son muy resistentes a los cambios de salinidad. Hanson y Goodwin, reportan que pueden vivir en un rango de salinidad de 15 a 50 partes por mil. En observaciones propias llevadas a cabo en cultivos previos y posteriores al estudio, se ha comprobado que salinidades superiores a 45 partes por mil no afectan significativamente ni la sobrevivencia ni el crecimiento del camarón (Martínez, 1984).

El oxígeno disuelto (OD), constituye uno de los factores abióticos más importantes en el medio marino. Con excepción de algunas bacteria anaeróbicas, todos los organismos requieren de una fuente de oxígeno para realizar sus funciones metabólicas

una fuente de oxígeno para realizar sus funciones metabólicas (Moshiri, 1969).

Los crustáceos presentan diversas respuestas a las concentraciones de oxígeno dependiendo de la especie (Vernberg, 1972b).

La tolerancia a la concentración de oxígeno varía de acuerdo a diversos factores como son : talla, alimentación, muda, actividad locomotora y aclimatación (Subramayan, 1962).

También se ha visto que el consumo de oxígeno de muchos crustáceos como Penaeus indicus, se incrementa con la temperatura, mientras que cambios de salinidad, no afectan significativamente (Kutty et al., 1971).

Para camarones del género Penaeus, bajo condiciones de cultivo, la mayoría de los autores recomiendan concentraciones de OD superiores a 3 ml/l. Concentraciones mas bajas, sobre todo con densidades de población altas, producen mortalidades altas (Hanson y Goodwing, 1977; Huner y Evan Brown, 1985; Mc. Vey, 1983)

#### AREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el estero La Cruz, localizado en Bahía Kino, Sonora, México; en las costas del Golfo de California, aproximadamente entre los 28°45' y 28°49' de latitud norte y entre los 115°51' y 115°55' de longitud oeste.

Actualmente el estero podría ser clasificado como un antiestuario, según el criterio de clasificación de Pritchard (1967), ya que el aporte de agua es casi exclusivamente marino

y la salinidad es normalmente mas alta que la del mar; originalmente se trata de un estero del tipo de lecho de rio inundado ya que se formó por la antigua desembocadura del Río Sonora, cuyo aporte de agua dejó de llegar al mar desde hace ya algunos años al ser controlado totalmente por las numerosas obras hidráulicas que se construyeron a traves de su cauce.

El estero es somero, su profundidad media es de alrededor de 1 m. con algunos canales de mayor profundidad; sus aguas cubren una superficie de aproximadamente 23 km<sup>2</sup> durante la pleamar.

El régimen de mareas es semidiurno y la amplitud de las mismas llega a ser de casi 1 m. durante las mareas vivas de septiembre (Kitani y Martinez, 1977). Las corrientes de marea durante esta época alcanzan velocidades de hasta 2 m/seg en la boca, durante el reflujo. En áreas mas interiores, donde se llevaron a cabo los cultivos experimentales, la velocidad de corriente alcanzó valores máximos de 1.3 m/seg.

El área de estudio aparece en la figura 2.

## MATERIAL Y METODOS

### Medición de Parámetros Fisicoquímicos.

Se llevó a cabo durante dos años, de julio de 1979 a junio de 1981, un registro de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el area de estudio. Las mediciones fueron hechas en un punto alrededor del cual se encontraban los corrales de cultivo (previamente y durante un año, las mediciones habían sido hechas en cada uno de los corrales, además del punto mencionado, sin que se encontraran diferencias significativas entre ellas).

Los registros se hicieron semanalmente a unos 30 cm. de

profundidad considerando lo somero del área. Todas las mediciones se hicieron entre las 09:00 y 11:00 hrs., dependiendo de la época del año y considerando la hora en que se registró la temperatura media diaria, de acuerdo a mediciones hechas durante las 24 hrs. en diferentes estaciones del año.

La temperatura fue medida usando un termómetro de cubeta con escala de  $-5$  a  $50^{\circ}$  C. y una precisión de  $0.1^{\circ}$  C.

La salinidad se midió con un salinómetro sin electrodos ("electrodless"), marca Kahlsico (MR), con escala de 0 a 44 partes por mil y una precisión de 0.1 partes por mil.

El oxígeno disuelto fue medido utilizando el método de Winkler modificado (Strickland y Parson, 1970). Las muestras fueron tomadas por medio de una botella Van-Dorn, de la cual se pasaron a botellas DBO de 300 ml. y fueron fijadas con sulfato manganoso y yoduro alcalino y transportadas al laboratorio para ser luego tituladas con tiosulfato de sodio. Los resultados de OD, están expresados en ml/l.

#### Desarrollo de Cultivos Experimentales.

Para la realización de los cultivos experimentales, se utilizaron corrales flotantes de 30 m<sup>2</sup> de superficie (6m x 5m ) y 1.20 m de profundidad.

Estos corrales consisten en una bolsa de red plástica vexar de 0.625 cm de luz de malla, unida a una estructura de madera la cual se mantiene en flotación por medio de trozos de poliuretano (figura 3).

Los corrales fueron colocados en un brazo del estero previamente seleccionado por su batimetría e intensidad de las

corrientes de marea.

Se llevaron a cabo 5 cultivos experimentales en las fechas que a continuación se detallan:

Cultivo No.	No de Semanas	Fechas
1	17	De abril 17 de 1980 a agosto 7 de 1980
2	16	De junio 2 de 1980 a septiembre 18 de 1980
3	15	De agosto 21 de 1980 a diciembre 11 de 1980
4	17	De noviembre 1 de 1980 a febrero 28 de 1981
5	16	De febrero 23 de 1981 a junio 21 de 1981

Para cada uno de los cultivos, se utilizaron dos corrales experimentales, colocando 3000 camarones juveniles en cada uno (100 camarones/m<sup>2</sup>). Esta densidad de población se usó en base a experiencias obtenidas en la realización de cultivos previos en los cuales se probaron diferentes densidades (CICTUS, reporte técnico, 1978).

Los camarones juveniles utilizados para este estudio, fueron obtenidos mediante cultivo en la Unidad Experimental Peñasco de este centro, (a partir de reproductores capturados en el mar), en donde se desarrollaron hasta la etapa de postlarva, transportándose posteriormente a la Unidad Experimental Kino, en donde se les mantuvo por espacio de 4 semanas en condiciones de preengorda hasta alcanzar una talla entre 1.5 y 2 cm. y un peso entre 0.36 y 1.66 g. que se consideran adecuados para poder ser contenidos por las mallas de los corrales flotantes.

Posteriormente se pasaron a la etapa de engorda en los corrales; esta etapa tiene por objeto llevar al camarón hasta una talla comercial.

La etapa de engorda para este estudio, tuvo una duración entre 15 y 17 semanas. Durante este tiempo, los camarones fueron alimentados en base a una dieta artificial fabricada en la Unidad Peñasco y cuya formula aparece en el anexo 1. El alimento se les proporcionó en dos raciones diarias que en total correspondieron al 6 % de la biomasa del camarón. Para estimar esta biomasa, se consideró una mortalidad semanal del 3 % de acuerdo a datos obtenidos en cultivos previos (CICTUS, 1978), y se tomó en cuenta el peso promedio del camarón medido la semana anterior.

Para mantener un buen intercambio de agua y una adecuada oxigenación en los corrales, semanalmente fueron limpiadas sus paredes mediante cepillado.

Para estimar el crecimiento del camarón, se tomó en consideración el peso del mismo; éste fue determinado semanalmente, tomando de cada corral una muestra al azar de 150 camarones los cuales fueron transportados en cubetas con agua y suficiente aereación, al laboratorio húmedo en donde fueron secados con papel servilleta y pesados en conjunto en una balanza digital Mettler (MR), para determinar el peso medio de los organismos de cada corral. Posteriormente fueron devueltos a sus respectivos corrales.

La sobrevivencia del camarón fue determinada al final de cada cultivo, restando la población final a la población inicial de cada corral. Previamente se habían probado algunos métodos para estimar la sobrevivencia semanalmente, sin embargo los resultados obtenidos no fueron del todo confiables, ni concordaron con los resultados reales obtenidos al final del cultivo.

La cosecha se realizó removiendo la red plástica de la estructura de madera y recogiendo los camarones manualmente.

La biomasa se estimó en base al número total de camarones cosechados y a su peso medio al final del cultivo.

## Relación Entre Parámetros Poblacionales y Parámetros Fisicoquímicos.

### I.- Relación entre Parámetros Fisicoquímicos y Crecimiento.

Para establecer esta relación, se empleó un programa de regresión lineal múltiple (anexo 2), utilizando como variable dependiente, el incremento semanal en peso del camarón y como variables independientes, los valores semanales de temperatura, salinidad y OD. Dado que el crecimiento del camarón, mas bien se adapta a una curva sigmoidea, se consideró que la regresión lineal podría ser adecuada solamente en las zonas en que el crecimiento es lineal y pudiera evaluarse como una función de el o de los parámetros fisicoquímicos. Se consideró también la posibilidad de un efecto no lineal sin embargo, por problemas de disponibilidad de memoria de la microcomputadora que se usó, no se pudo probar.

Se eligieron dos zonas de acuerdo a la curva mostrada en la figura 4 y que se obtuvo con los resultados del crecimiento registrado en varios cultivos experimentales previos. Estas zonas fueron: de 2 a 5.5 g y de 5.5 a 12.5 g.

Con el programa empleado se obtuvieron: las ecuaciones de regresión, los coeficientes de correlación, el error estandar de la estimación del crecimiento y se hizo un análisis de varianza

de la regresión, obteniendo el valor de F y la significancia de la misma.

## II.- Relación Entre Parámetros Fisicoquímicos y Supervivencia.

Se estableció, también mediante regresión lineal múltiple, la relación entre la supervivencia total por cultivo (variable dependiente) y el promedio de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto durante dicho cultivo (variables independientes).

## III.- Relación entre Parámetros Fisicoquímicos y Biomasa obtenida.

Esta relación se obtuvo exactamente de la misma manera que en el caso de la supervivencia, es decir, correlacionando la biomasa obtenida en cada corral de cada cultivo con los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos durante dicho cultivo.

Es probable que los resultados obtenidos de esta manera, tanto para supervivencia como para biomasa, no sean muy significativos debido a la gran variabilidad de los parámetros durante el cultivo, sin embargo no se tuvo otra opción ya que como se mencionó anteriormente los intentos para estimar la supervivencia semanal, no fueron satisfactorios. Se consideró no obstante, que de alguna manera podría haber correlación entre el promedio que presentan las condiciones durante una época determinada y la respuesta de la especie que es mantenida bajo esas condiciones. El problema más grave es que la cantidad de datos es muy poca y en este caso, la significancia si se ve afectada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los parámetros fisicoquímicos mostraron el siguiente comportamiento durante los dos años de registro:

La temperatura presentó un patrón de variación estacional muy bien definido, el cual se repitió en los dos ciclos anuales, con temperaturas bajas en los meses de diciembre, enero y febrero y temperaturas muy elevadas en los meses de julio, agosto y septiembre.

La tabla 1 muestra los valores medios, máximos y mínimos mensuales de temperatura durante los dos ciclos anuales.

Tabla 1.- Valores medios, máximos y mínimos mensuales de temperatura durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981, en el estero La Cruz, Sonora.

Mes	T <sup>o</sup> C. Mínima		T <sup>o</sup> C. Media		T <sup>o</sup> C. Máxima	
	79-80	80-81	79-80	80-81	79-80	80-81
Julio	29.10	31.20	31.48	31.98	34.40	33.60
Agosto	28.20	29.20	31.48	30.00	33.40	30.30
Septiembre	26.50	29.40	29.50	30.10	32.50	30.60
Octubre	19.15	21.20	21.15	25.15	27.10	30.80
Noviembre	13.20	14.80	17.97	17.60	22.10	20.90
Diciembre	12.50	14.10	14.18	15.30	18.20	17.00
Enero	12.00	14.10	13.90	16.84	16.00	17.10
Febrero	11.20	16.80	15.48	19.17	20.50	20.70
Marzo	16.40	18.70	18.01	19.35	21.50	20.10
Abril	17.10	18.10	22.00	20.67	26.50	23.00
Mayo	19.30	21.50	24.96	23.52	28.00	26.20
Junio	26.50	27.50	29.20	29.83	32.00	31.30

Como puede verse, para el ciclo 79-80, la temperatura presento una variación anual total de  $23.2^{\circ}\text{C}$ . con un valor mínimo de  $11.2^{\circ}\text{C}$ . registrado en el mes de febrero y un valor máximo de  $34.4^{\circ}\text{C}$ . registrado en el mes de julio. Para el ciclo 80-81, la variación anual total de temperatura fue de  $19.50^{\circ}\text{C}$ . con un valor mínimo de  $14.1^{\circ}\text{C}$ . registrado en los meses de diciembre y enero y un valor máximo de  $33.6^{\circ}\text{C}$ . registrado en el mes de julio.

Esto se encuentra graficamente expresado en la figura 5.

Respecto a la variabilidad diaria de la temperatura, determinada para las cuatro estaciones del año, esta fue: de  $4.6^{\circ}\text{C}$ . en primavera;  $6.4^{\circ}\text{C}$ . en el verano;  $4.2^{\circ}\text{C}$ . en el otoño y  $6.7^{\circ}\text{C}$ . en el invierno.

La salinidad, presentó un patrón de variación estacional bien definido para el ciclo 79-80, con los valores mas bajos registrados en el mes de enero y los valores mas altos en el mes de julio; este patrón es muy semejante al de temperatura.

Para el ciclo 80-81, el patrón de variación presentó algunos cambios, registrandose valores bajos en el mes de diciembre y valores altos en los meses de julio, agosto, octubre, noviembre, abril, mayo y junio.

Esta diferencia está probablemente relacionada a los cambios en la precipitación pluvial, que es casi el único aporte de agua dulce al estero.

La tabla 2 muestra los valores medios, máximos y mínimos de salinidad registrados durante los dos ciclos anuales.

Para el ciclo 79-80, la variación anual total de salinidad

fue de 14.5 partes por mil, con un valor mínimo de 30.0 partes por mil, registrado en el mes de enero y un valor máximo de 44.5 partes por mil, registrado en el mes de julio. Para el ciclo 80-81, la variación anual total fue de 8.6 partes por mil, con un valor mínimo de 34.5 partes por mil registrado en el mes de diciembre y un valor máximo de 43.1 partes por mil registrado en el mes de mayo.

La figura 6 muestra graficamente este comportamiento.

Tabla 2.- Valores medios, máximos y mínimos de salinidad durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981, en el area de cultivo, en el estero La Cruz, Sonora.

Mes	Sal. Mínima		Sal. Media		Sal. Máxima	
	79-80	80-81	79-80	80-81	79-80	80-81
Julio	38.00	39.90	40.82	40.14	44.00	41.50
Agosto	38.00	30.80	39.47	39.62	42.00	40.50
Septiembre	38.00	37.50	39.57	38.47	42.60	39.20
Octubre	35.00	39.10	38.41	40.00	42.00	40.60
Noviembre	34.00	39.50	36.43	40.20	39.50	40.60
Diciembre	32.00	34.50	35.46	35.42	38.40	36.20
Enero	30.00	37.90	34.04	38.46	36.00	39.10
Febrero	34.00	37.50	36.87	39.77	40.20	39.90
Marzo	36.00	36.60	38.29	38.42	44.00	39.80
Abril	36.05	39.70	40.00	40.17	44.00	40.60
Mayo	35.10	38.80	40.20	40.62	44.00	43.10
Junio	36.20	38.70	39.18	38.73	44.50	40.60

La variabilidad diaria de salinidad fue de 0.7 partes por mil en primavera; 1.2 partes por mil en verano; 0.3 partes por mil en otoño y 0.1 partes por mil en invierno.

El oxígeno disuelto, presentó un patrón de variación estacional que parece estar inversamente relacionado al de temperatura y salinidad, aun cuando se presentan algunos picos máximos y mínimos alternados en distintas épocas del año; esto se manifestó en los dos ciclos anuales.

En la tabla 3 se muestran los valores medios, máximos y mínimos de oxígeno disuelto durante los dos ciclos.

Tabla 3.- Valores medios, máximos y mínimos de oxígeno disuelto durante dos ciclos anuales: de julio de 1979 a junio de 1981, en el area de cultivo, en el estero La Cruz, Sonora, México.

Mes	OD (ml/l.) Min.		OD (ml/l.) Medio		OD (ml/l.) Max.	
	79-80	80-81	79-80	80-81	79-80	80-81
Julio	3.26	4.06	3.94	4.26	4.61	4.53
Agosto	3.75	3.40	4.39	3.70	5.40	4.12
Septiembre	3.19	3.79	3.50	4.09	4.44	4.81
Octubre	3.07	4.12	3.32	4.50	4.56	5.15
Noviembre	3.06	4.22	3.75	3.97	4.20	6.20
Diciembre	4.90	5.32	6.05	5.78	6.39	6.01
Enero	4.32	4.04	5.10	4.60	5.34	5.16
Febrero	3.17	4.27	3.80	4.44	4.70	4.81
Marzo	3.20	4.81	3.84	5.52	4.28	5.79
Abril	4.01	5.50	5.20	5.62	6.32	5.70
Mayo	3.00	3.89	4.17	4.16	5.86	4.33
Junio	3.01	4.56	4.15	4.66	6.90	4.72

Para el ciclo 79-80, la variación anual total de OD, fue de 3.9 ml/l. con un valor mínimo de 3.0 ml/l. registrado en el mes de mayo y un máximo de 6.9 ml/l. registrado en el mes de junio.

Para el ciclo 80-81, la variación anual total fue de 2.8 ml/l. con un valor mínimo de 3.4 ml/l. registrado en el mes de agosto y un máximo de 6.2 registrado en noviembre.

En general se observó que en los dos ciclos anuales, los valores mas altos de OD, corresponden a épocas de alta productividad primaria en el estero (CICTUS, Informe Técnico, 1983)., aunque por supuesto existen muchos otros factores que influyen como lo son: la mayor solubilidad del oxígeno a bajas temperaturas, las corrientes, vientos, marea etc.

La figura 7 muestra graficamente el comportamiento del OD en los dos ciclos anuales.

La variación diurna de oxígeno fue: 2.3 ml/l en primavera; 2.6 ml/l en verano; 1.8 ml/l en otoño y 1.3 ml/l en invierno.

Es importante hacer notar la estrecha correlación que existe entre los parámetros fisicoquímicos especialmente entre temperatura y OD ya que esto influye en la regresión sobre todo cuando se pretende ver el efecto de dos variables independientes sobre una dependiente.

En la tabla 4, aparecen los coeficientes de correlación entre los parámetros fisicoquímicos (valores de la tabla 6).

Tabla 4.- Matriz de Correlación de Temperatura, Salinidad y Oxígeno Disuelto. (Coeficientes de correlación)

	Temperatura	Salinidad	OD
Temperatura	-----	0.317	0.665
Salinidad	0.317	-----	0.293
OD	0.665	0.293	-----

Respecto a los resultados de los cultivos experimentales, estos son presentados en la tabla 5 (a,b,c,d y e)

Como se puede observar, el crecimiento varió notablemente de un cultivo a otro; el mayor crecimiento semanal, fue de 2.21 g. y se registró en la octava semana del cultivo 2; el menor crecimiento semanal registrado, fue de 0.03 g. y se obtuvo en la novena semana del cultivo 4.

En cuanto al crecimiento total por corrida, el cultivo 2 registró el mayor incremento en peso y este fue de 16.24 g. en 16 semanas, es decir un crecimiento promedio semanal de 1.02 g. El cultivo 3, registró el incremento en peso mas bajo que fue de 6.97 g. en 17 semanas; un crecimiento promedio semanal de 0.41 g.

Tabla 5.- Resultados de crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenidos en 5 cultivos experimentales de camarón azul en el estero La Cruz, Sonora.

a).- Cultivo 1.

Fecha	Peso promedio(g.)		Incremento en peso(g.)		% de crecimiento		Crecimiento acumulado	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Abr. 17	1.66	1.61	-	-	-	-	-	-
24	1.77	1.71	0.11	0.10	6.60	6.20	0.11	0.10
Mayo 1	2.30	2.20	0.53	0.49	29.90	28.60	0.64	0.59
8	2.48	2.52	0.18	0.32	7.84	14.50	0.82	0.91
15	3.03	3.10	0.55	0.58	22.20	23.00	1.37	1.49
22	3.47	3.66	0.44	0.56	14.50	18.10	1.81	2.05
29	4.09	4.26	0.62	0.60	17.90	16.40	2.43	2.65
Jun. 5	5.05	5.19	0.96	0.93	23.50	21.80	3.39	3.58
12	5.79	6.19	0.74	1.00	14.60	19.30	4.13	4.58
19	6.84	6.89	1.05	0.70	18.10	11.30	5.18	5.28
26	7.21	7.43	0.37	0.54	5.40	7.80	5.55	5.82
Jul. 3	8.19	8.21	0.98	0.78	13.60	10.50	6.53	6.60
10	8.78	8.60	0.59	0.39	7.20	4.80	7.12	6.99
17	9.83	9.89	1.05	1.89	11.90	16.60	8.17	8.28
24	10.31	10.60	0.48	0.71	5.00	7.20	8.65	8.89
31	11.26	11.40	0.95	0.80	9.20	7.50	9.60	9.69
Ago. 7	12.25	13.12	0.99	1.72	8.80	15.10	10.59	11.51
14	13.25	14.23	1.00	1.11	8.20	8.50	11.59	12.52

Sobrevivencia: C1 = 55 % , C2 = 54 %

Biomasa obtenida: C1 = 19.11 kg , C2 = 20.28 kg

Tabla 5. continuación

## b).- Cultivo 2.

Fecha	Peso promedio(g.)		Incremento en peso(g.)		% de crecimiento		Crecimiento acumulado	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Jun. 2	0.36	0.36	-	-	-	-	-	-
5	0.39	0.41	0.03	0.05	8.30	13.80	0.03	0.05
12	0.76	0.62	0.37	0.21	94.90	51.20	0.40	0.26
19	1.28	1.12	0.52	0.50	68.40	80.60	0.92	0.96
26	2.36	1.90	1.08	0.78	84.30	69.60	2.00	1.54
Jul. 3	3.41	3.25	1.05	1.35	44.50	71.10	3.05	2.89
10	4.82	3.90	1.41	0.65	41.30	20.00	4.46	3.54
17	5.34	5.31	0.52	1.41	10.80	36.20	4.98	4.95
24	7.55	6.40	2.21	1.09	41.40	20.50	7.19	6.04
31	8.94	8.03	1.39	1.63	18.40	25.40	8.58	7.67
Ago. 7	10.20	9.54	1.26	1.51	14.10	18.80	9.84	9.18
14	10.76	10.47	0.56	0.93	5.50	9.70	10.40	10.11
21	11.63	11.42	0.87	0.95	8.10	9.10	11.27	11.06
28	12.73	12.42	1.10	1.00	9.50	8.80	12.37	12.06
Sep. 4	13.95	14.10	1.22	1.68	9.60	13.50	13.59	13.74
11	15.12	15.40	1.17	1.30	8.40	9.20	14.76	15.04
18	16.38	16.60	1.26	1.20	8.30	7.80	16.02	16.24

Sobrevivencia: C1 = 42 %, C2 = 40 %

Biomasa obtenida: C1 = 20.18 , C2 = 19.48

## c).- Cultivo 3.

Ago.21	1.53	1.09	-	-	-	-	-	-
28	1.86	1.28	0.33	0.19	21.10	17.40	0.33	0.19
Sep. 4	2.54	1.41	0.68	0.13	62.80	10.20	1.01	0.32
11	3.10	2.44	0.56	1.03	22.00	73.00	1.57	1.35
18	3.98	3.28	0.88	0.84	28.40	34.40	2.45	2.19
25	4.26	3.48	0.28	0.20	7.00	6.10	2.73	2.39
Oct. 2	5.16	3.60	0.90	0.12	21.10	3.40	3.63	2.51
9	7.11	4.04	1.95	0.44	37.80	12.20	5.58	2.95
16	7.26	4.20	0.15	0.16	2.10	4.00	5.73	3.11
23	7.51	4.60	0.25	0.40	3.40	9.50	5.98	3.51
Nov. 6	7.68	5.07	0.17	0.47	2.30	10.20	6.15	3.98
13	7.82	6.07	0.14	1.00	1.80	19.70	6.29	4.98
20	8.23	6.59	0.41	0.52	5.20	7.90	6.70	5.50
27	8.62	7.01	0.39	0.42	4.70	6.40	7.09	5.92
Dic. 4	8.96	7.29	0.34	0.28	3.90	4.00	7.43	6.20
11	9.13	8.06	0.17	0.77	1.90	10.50	7.60	6.97

Sobrevivencia: C1 = 50 %, C2 = 52 %

Biomasa obtenida: C1 = 11.40 , C2 = 10.87

C1 se refiere al corral # 1 y C2 al corral # 2

## d).- Cultivo 4

Fecha	Peso promedio(g.)		Incremento en peso(g.)		% de crecimiento		Crecimiento acumulado	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Nov. 1	1.60	1.60	-	-	-	-	-	-
8	1.86	1.89	0.26	0.29	16.20	18.10	0.26	0.29
15	2.06	2.10	0.20	0.21	10.80	11.10	0.46	0.50
22	2.37	2.39	0.31	0.29	15.00	13.80	0.77	0.79
29	2.78	2.81	0.41	0.42	17.30	17.50	1.18	1.21
Dic. 6	3.20	3.24	0.42	0.43	15.10	15.30	1.60	1.64
13	3.47	3.50	0.27	0.26	8.40	8.00	1.87	1.90
20	3.86	3.86	0.39	0.36	11.20	10.30	2.26	2.26
27	3.98	3.89	0.12	0.03	3.10	0.80	2.38	2.29
Ene. 3	4.05	4.07	0.07	0.18	1.80	4.60	2.45	2.47
10	4.31	4.28	0.26	0.21	6.40	5.20	2.71	2.68
17	4.86	4.90	0.55	0.62	12.80	14.50	3.26	3.30
24	5.58	5.50	0.72	0.60	14.80	12.20	3.98	3.90
31	6.34	6.30	0.76	0.80	13.60	14.50	4.74	4.70
Feb. 7	6.91	6.81	0.57	0.51	9.00	8.10	5.31	5.21
14	7.30	7.20	0.39	0.39	5.60	5.70	5.70	5.60
21	8.12	7.90	0.82	0.70	11.20	9.70	6.52	6.30
28	9.06	8.60	0.94	0.70	11.60	8.90	7.42	7.00

Sobrevivencia: C1 = 61 %, C2 = 58 %

Biomasa obtenida; C1 = 13.48 , C2 = 12.18

## e).- Cultivo 5

Feb.23	0.70	0.70	-	-	-	-	-	-
Mar. 8	0.84	0.80	0.14	0.10	20.00	14.30	0.14	0.10
15	1.23	0.85	0.39	0.05	46.40	6.30	0.53	0.15
22	1.36	1.19	0.13	0.34	10.60	40.00	0.66	0.49
29	1.72	1.70	0.36	0.51	26.50	42.80	1.02	1.00
Abr. 5	1.96	2.10	0.24	0.40	14.00	23.50	1.26	1.40
12	2.54	2.72	0.58	0.62	29.60	29.50	1.84	2.02
19	3.00	3.17	0.46	0.45	18.10	16.50	2.30	2.47
26	3.45	3.55	0.45	0.38	15.00	12.00	2.75	2.85
May. 3	4.22	4.20	0.77	0.65	22.30	18.30	3.52	3.50
10	4.87	4.93	0.65	0.73	15.40	17.40	4.17	4.23
17	5.54	5.13	0.67	0.20	13.80	4.10	4.84	4.43
24	6.32	6.15	0.78	1.02	14.10	19.80	5.62	5.45
31	6.77	7.15	0.45	1.00	7.10	16.30	6.07	6.45
Jun. 7	8.00	8.11	1.23	0.96	18.20	13.40	7.30	7.41
14	8.85	8.70	0.85	0.59	10.60	7.30	8.15	8.00
21	9.60	9.32	0.75	0.62	8.50	7.10	8.90	8.62

Sobrevivencia: C1 = 60 %, C2 = 60 %

Biomasa obtenida: C1 = 16.02 , C2 = 15.52

Con respecto a la sobrevivencia, también se observaron variaciones notables en los diferentes cultivos. La mayor sobrevivencia se obtuvo en el cultivo 5 y fue de 60 % para los dos corrales; casi los mismos resultados se observaron en el cultivo 4 en donde se obtuvieron valores de 61 y 58 %. Las sobrevivencias mas bajas se obtuvieron en el cultivo 2, con valores de 42 y 40 % para los dos corrales.

Con relación a la biomasa, las diferencias entre los cultivos, fueron también notables. La menor biomasa obtenida fue de 10.87 kg/corral y se obtuvo en el cultivo 4. La mayor biomasa se obtuvo en el cultivo 1 con un valor de 20.28 kg en uno de los corrales; resultados muy similares se obtuvieron en el cultivo 2.

Como observación general, se puede indicar que los valores mas altos de crecimiento, se obtuvieron en aquellos cultivos llevados a cabo en épocas en que las temperaturas fueron mas elevadas; en cambio las sobrevivencias mas altas, se obtuvieron por lo general en épocas con temperaturas bajas. Las mayores biomاسas se obtuvieron en los cultivos realizados en los meses de temperaturas cálidas.

La tabla 6 resume los resultados de crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenidos en los 5 cultivos experimentales.

Tabla 6.- Resultados condensados de crecimiento, sobrevivencia y biomasa obtenidos en 5 cultivos experimentales de camarón azul en el estero La Cruz, Sonora.

Cultivo No.	Período	Corral No.	Crecim. Tot.(g)	Crecim. seman.	% de sobrev.	Biomasa en kg
1	Abr.-Ago.	1	11.59	0.68	55	19.11
		2	12.62	0.74	54	20.28
2	Jun.-Sep.	1	16.02	1.00	42	20.18
		2	16.24	1.02	40	19.48
3	Ago.-Dic.	1	7.60	0.51	50	11.40
		2	6.96	0.46	52	10.87
4	Nov.-Feb.	1	7.42	0.44	61	13.48
		2	7.00	0.41	58	12.18
5	Feb.-Jun.	1	8.90	0.56	60	16.02
		2	8.62	0.54	60	15.52

En la tabla 7 están concentrados los datos semanales de crecimiento, temperatura, salinidad y OD, de cada uno de los 5 cultivos experimentales. Estos datos están divididos en dos secciones: a) para camarones de 2 a 5.5 g. y b) para camarones de 5.5 a 12.5 g. Aquellos renglones en los que no hay datos, se debe a que en esa fecha solamente en uno de los dos corrales se encontraban camarones de la talla señalada, mientras que en el otro, los camarones ya habían rebasado esta talla, o aun no llegaban a ella.

Los datos de la tabla 7, fueron empleados para alimentar el programa de regresión que se usó para establecer la relación entre los parámetros fisicoquímicos y el crecimiento del camarón.

Tabla 7.- Datos semanales de crecimiento, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

a).- para camarones de 2 a 5.5 g.

Crecimiento (g.)		Temp. (°C.)	Sal. (‰)	OD (ml/l)
C1	C2	(Para ambos corrales)		
0.53	0.49	24.50	43.10	4.42
0.18	0.32	23.70	39.70	3.86
0.55	0.58	26.60	40.90	3.79
0.44	0.56	23.70	38.80	4.71
0.62	0.60	26.30	38.80	4.09
0.96	0.93	27.50	40.60	4.29
1.08	0.78	30.70	39.50	4.34
1.05	1.35	31.20	41.50	4.20
1.41	0.65	31.50	38.90	4.53
0.52	1.41	32.40	40.60	4.06
0.68	---	30.30	39.20	3.79
0.56	1.03	30.30	38.50	3.64
0.88	0.84	30.60	37.50	4.81
0.28	0.20	29.40	38.70	4.14
0.90	0.12	30.80	40.60	4.22
---	0.44	27.30	39.10	4.12
---	0.16	21.30	39.90	4.51
---	0.40	21.20	40.40	5.15
---	0.47	20.90	39.50	4.95
0.20	0.21	14.80	36.20	6.20
0.31	0.29	15.20	34.50	4.53
0.41	0.42	15.00	34.50	5.19
0.42	0.43	17.00	36.00	5.95
0.27	0.26	14.10	36.20	5.84
0.39	0.36	15.10	34.50	5.32
0.12	0.03	15.00	35.00	6.01
0.07	0.18	14.10	38.10	4.85
0.26	0.21	17.10	39.10	5.16
0.55	0.62	17.00	37.90	4.78
0.72	0.60	17.00	38.60	4.20
0.24	0.40	18.10	49.60	5.63
0.58	0.62	20.80	40.10	5.65
0.46	0.45	20.80	40.30	5.70
0.45	0.38	23.00	39.70	5.50
0.77	0.65	21.50	43.10	4.33
0.65	0.73	24.50	39.70	4.00
0.67	0.20	23.70	40.90	3.89

Tabla 7.- continuación

b).- Para camarones de 5.5 a 12.5 g.

C1	C2	T°C.	Sal. ‰/22	OD
0.74	1.00	31.10	38.70	3.97
1.05	0.70	30.70	39.90	4.02
0.37	0.54	30.70	37.50	4.34
0.98	0.78	31.20	40.70	4.20
0.59	0.39	31.50	40.80	4.53
1.05	1.39	32.40	39.30	4.06
0.48	0.71	33.60	40.90	4.28
0.95	0.80	31.20	39.40	4.12
0.99	----	30.20	39.40	3.71
2.21	1.09	33.60	39.90	4.06
1.39	1.63	31.20	39.80	4.28
1.26	1.51	30.20	38.80	4.12
0.56	0.93	29.20	40.50	3.71
0.87	0.95	30.30	39.90	3.40
1.10	1.00	30.30	39.20	3.60
1.95	----	27.30	39.10	4.12
0.15	----	21.30	39.90	4.51
0.25	----	21.20	40.40	5.15
0.17	----	20.90	39.50	4.95
0.14	1.00	19.50	40.30	4.22
0.41	0.52	14.80	40.60	6.20
0.39	0.42	15.20	40.40	4.53
0.34	0.28	17.00	40.00	5.19
0.17	0.77	14.10	39.30	5.95
0.76	0.80	19.00	38.60	4.04
0.57	0.51	16.80	39.00	4.27
0.39	0.39	20.70	38.70	4.44
0.82	0.70	19.10	37.50	4.37
0.94	0.70	20.10	39.90	4.81
0.78	1.02	26.20	38.80	4.22
0.45	1.00	23.70	38.80	3.89
1.23	0.96	27.50	40.60	4.71
0.85	0.59	31.30	38.70	4.56
0.62	0.75	30.70	39.90	4.72

Los resultados de la regresión lineal múltiple, se encuentran desplegados en la tabla 8, en la cual pueden encontrarse: las ecuaciones de regresión, los coeficientes de correlación, el error estandar de la estimación del crecimiento, el valor de F y la significancia para cada una de las relaciones planteadas.

Tabla 8.- Resultados del programa de regresión, indicando la relación entre parámetros fisicoquímicos y crecimiento del camarón.

a).- para camarones de 2 a 5.5 g. (N = 69)

Parametros relacionados	Ecuaciones de regresion	Coef. de correlac.(r)	Error estand.	Fo	Nivel de signif.
T-C	$C = -0.21 + 0.03T$	0.640	0.239	46.52	**
S-C	$C = -1.45 + 0.05S$	0.368	0.289	10.48	*
OD-C	$C = 1.38 - 0.180D$	0.425	0.281	14.83	**
T-S-C	$C = -0.75 + 0.02T + 0.02S$	0.532	0.265	13.01	**
T-OD-C	$C = 0.56 + 0.01T - 0.090D$	0.524	0.267	12.49	**
S-OD-C	$C = 2.29 + 0.029S - 0.1370D$	0.466	0.277	9.15	**
T-S-OD-C	$C = 0.34 + 0.032T + 0.03S + 0.0050D$	0.640	0.242	15.01	**

b).- para camarones de 5.5 a 12.5 g. (N = 63)

T-C	$C = -0.046 + 0.032T$	0.483	0.363	18.55	**
S-C	$C = 2.013 - 0.031S$	0.066	0.411	0.27	NS
OD-C	$C = 2.027 - 0.280D$	0.411	0.381	12.39	**
T-S-C	$C = -2.620 + 0.043T + 0.059S$	0.465	0.538	8.28	**
T-OD-C	$C = 0.067 + 0.026T - 0.1280D$	0.525	0.363	11.40	**
S-OD-C	$C = 1.769 + 0.007S - 0.2900D$	0.411	0.383	6.10	*
T-S-OD-C	$C = 1.710 + 0.027T - 0.029S - 0.1030D$	0.526	0.360	7.55	*

T = temperatura; S = salinidad; OD = oxig. dis.; C = crecimien.  
\* significativo al 95 % ; \*\* signif. al 99 % ; NS = no signif.

Como puede observarse, con excepción de la relación

crecimiento-salinidad para camarones de 5.5 a 12.5 g., todas las demás relaciones, son significativas a un nivel de confiabilidad de 95 % o mas. Sin embargo puede también notarse que las relaciones mas significativas (valores de F mayores), son las de temperatura-crecimiento para las dos tallas consideradas. En segundo lugar, figura la relación OD-crecimiento.

En general se encontró que para todos los parámetros, el nivel de significancia de su relación con el crecimiento, fue mayor para camarones de 2 a 5.5 g. que para aquéllos de 5.5 a 12.5 g. Esto puede quizás deberse a que en el primer caso, el camarón se encuentra en la fase mas activa de su metabolismo, el cual es afectado por las condiciones ambientales, especialmente la temperatura.

De acuerdo a los resultados mostrados anteriormente, se puede establecer que los tres parámetros considerados en este estudio, tienen una relación significativa con el crecimiento del camarón, sin embargo parece ser la temperatura, el parámetro cuya relación es mas significativa en este aspecto, encontrándose que a mayor temperatura, se obtiene un mayor crecimiento de esta especie.

Esto concuerda con las observaciones hechas por otros autores como Vernber y Vernberg (1972), quien afirma que el metabolismo de los crustáceos varía directamente con la temperatura; Dorsey (1976), quien encontró una relación muy significativa entre temperatura y crecimiento de Penaeus californiensis, una especie muy relacionada con el camarón azul y con las propias observaciones hechas en el CICTUS, en el cultivo intensivo de esta especie (Reporte Técnico, 1980), en donde se ha observado

que los mejores crecimientos se obtienen a temperaturas entre 26 y 30 °C. Otros estudios con especies afines, también recomiendan temperaturas elevadas para obtener un mejor crecimiento (Lumare, 1984; Lawrence, 1983; Hanson & Goodwin, 1977; Mc. Vey, 1983).

En la figura 8 aparece la recta de regresión que indica la relación crecimiento-temperatura, así como los crecimientos reales obtenidos en los cultivos. Se grafica también el error estandar de la estimación del crecimiento para cada punto.

El oxígeno disuelto, presentó una relación significativa con el crecimiento del camarón de ambas tallas; esta relación es inversa, es decir que a mayor concentración de oxígeno, se observa un menor crecimiento. No existen sin embargo razones para pensar que una alta concentración de oxígeno pueda provocar un menor crecimiento del camarón por lo que podría mas bien pensarse en una relación indirecta entre crecimiento y OD. Como ya anteriormente se habia mencionado, el OD está inversamente correlacionado con la temperatura (Coeficiente de correlación de 0.665 entre estos dos parámetros); también está relacionado directamente con la sobrevivencia y esta a su vez puede influir en el crecimiento (a menor sobrevivencia, menor densidad de población y entonces mayor crecimiento).

La recta de regresión que expresa graficamente la relación entre OD y crecimiento, así como los valores reales obtenidos en los cultivos, se presentan en la figura 9. Se grafica también el error estandar de la estimación del crecimiento para cada punto.

La salinidad presentó una relación significativa con el crecimiento de camarones de 2 a 5.5 g. pero no significativa para aquellos de 5.5 a 12.5 g. Esta relación indica que a mayor

salinidad se obtiene un mayor crecimiento; esta puede ser también una relación indirecta ya que la salinidad está correlacionada con la temperatura (coeficiente de correlación de 0.317, significativo para el número de datos manejado).

De todos los parámetros probados, la salinidad presentóla relación menos significativa con el crecimiento del camarón, dentro de los límites encontrados en el área, lo cual coincide con los resultados encontrados por otros autores como Zein-Eldin (1969), quien encontró que la salinidad por sí sola no tiene un efecto significativo ni en el crecimiento ni en la sobrevivencia de 3 peneidos del Golfo de México y Kutty (1971), quien afirma que el consumo de oxígeno de *Penaeus indicus*, no se vé afectado por la salinidad.

La recta de regresión que expresa graficamente la relación salinidad-crecimiento, se presenta en la figura 10, en donde se grafica también el error estandar de la estimación del crecimiento para cada punto.

La combinación de dos o de los tres parámetros resulta tener una relación menos significativa en el crecimiento, que la de los parámetros individualmente o al menos que la de uno de ellos. Esto significa que su efecto no es acumulativo o bien que solamente uno de los parámetros actúa directamente en el crecimiento, mientras que la relación de los otros es indirecta, por el hecho de que hay una fuerte dependencia de unos parámetros con respecto a otros. En este caso, es muy probable que la temperatura actúe directamente en el crecimiento del camarón, en tanto que la salinidad y el OD, se relacionen indirectamente con

éste, por su relación con la temperatura.

Las figuras 11, 12 y 13, muestran graficamente la relación entre la combinación de dos parámetros y el crecimiento.

La figura 11, indica que el crecimiento aumenta con la temperatura y también con la salinidad (la salinidad esta directamente correlacionada con la temperatura, por lo que podría pensarse que en realidad lo que se está midiendo es un efecto indirecto de la temperatura).

La figura 12 indica que el crecimiento se incrementa al aumentar la temperatura y al disminuir el nivel de OD (por lo general, el OD disminuye a mayores temperaturas, lo cual podría indicar de nuevo que, mas que nada la temperatura fuera la responsable del aumento en el crecimiento).

La figura 13, indica que el crecimiento se ve incrementado cuando aumenta la salinidad y al disminuir los niveles de OD, lo cual confirma las relaciones anteriores.

La tabla 9 muestra los resultados de sobrevivencia y biomasa obtenida en cada uno de los cultivos experimentales, asi como los promedios de temperatura, salinidad y OD durante el tiempo, que duraron dichos cultivos; con estos datos se alimentó el programa de regresión para encontrar la relación de los parámetros fisicoquímicos con la sobrevivencia y biomasa de camarón.

La tabla 10 presenta los coeficientes de correlación entre los promedios de los parámetros fisicoquímicos durante los cultivos; con esto se puede dar una idea de la alta correlación que existe entre todos ellos, pero especialmente entre temperatura y OD. Esto es importante de destacar porque influye

en su correlación con el crecimiento, sobrevivencia o biomasa.

Muchas veces no se esta midiendo el efecto del parámetro que se pretende medir, sino el de otro muy estrechamente correlacionado con él.

Tabla 9.- Valores de sobrevivencia total, biomasa obtenida y promedios de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en 5 cultivos experimentales de camarón azul en el estero La Cruz, Sonora.

Cult. No.	Corral No.	Temp. (°C)	Salin. (‰)	OD (ml/l)	% Sobrevivencia	Biomasa en kg.
1	1	28.20	39.90	4.28	55	19.11
	2	28.20	39.90	4.28	54	20.28
2	1	30.30	39.40	3.98	42	20.18
	2	30.30	39.40	3.98	40	19.48
3	1	23.80	39.60	4.53	50	11.40
	2	23.80	39.60	4.53	52	10.87
4	1	17.10	37.20	4.95	61	13.48
	2	17.10	37.20	4.95	58	12.18
5	1	22.90	39.70	4.57	60	16.02
	2	22.90	39.70	4.57	60	15.52

Tabla 10.- Matriz de correlación entre los promedios de los parámetros fisicoquímicos durante los cultivos.

	Temperatura	Salinidad	OD
Temperatura	----	0.766	0.987
Salinidad	0.766	-----	0.698
OD	0.987	0.698	-----

Los resultados de la regresión están desplegados en las tablas 11 y 12, en las cuales se encuentran: las ecuaciones de regresión, los coeficientes de correlación, el error estandar de la estimación (de la sobrevivencia y la biomasa respectivamente), el valor de F y el nivel de significancia para cada una de las

relaciones.

Tabla 11.- Resultados del programa de regresión que indican la relación entre parámetros fisicoquímicos y la sobrevivencia del camarón

Parametros relacionados	Ecuacion de regresion	Coef. de correl(r).	Error estandar	Fo	Nivel de signific.
T-Sv	$Sv = 81.56 - 1.16T$	0.758	5.11	10.83	**
S-Sv	$Sv = 145.38 - 2.35S$	0.333	7.39	1.00	NS
OD-Sv	$Sv = -26.54 + 17.80D$	0.823	4.45	16.79	**
T-S-Sv	$Sv = -67.67 - 1.86T + 4.25S$	0.851	4.40	9.20	*
T-OD-Sv.	$Sv = -317.98 + 3.34T + 64.850D$	0.892	3.78	13.66	**
S-OD-Sv.	$Sv = -188.97 + 3.33S + 25.050D$	0.889	3.83	13.25	**
T-S-OD-Sv	$Sv = -299.57 + 2.08T + 1.88S + 51.160D$	0.903	3.88	8.84	*

T = temperatura; S = salinidad; OD = Oxig. dis.; Sv = Sobreviv.  
 \* signific. al 95 %; \*\* Signific. al 99 %; NS = no signific.

Como se puede apreciar, el oxígeno disuelto, es el parámetro que individualmente tiene una relación mas significativa con la sobrevivencia del camarón; la temperatura presenta también una relación significativa, pero no así la salinidad. La combinación de dos o los tres parámetros presentó una relación menos significativa con la sobrevivencia, que los parámetros individuales, o al menos que uno de ellos. Esto sugiere que su efecto no es acumulativo o bien que solamente uno de ellos actúa directamente en el crecimiento y que el efecto de los otros es indirecto por su relación con el primero. A esto puede deberse también el hecho de que algunos signos de las ecuaciones individuales, cambien en las ecuaciones de las combinaciones de dos o de los tres parámetros.

De acuerdo a los resultados encontrados, se puede establecer que la concentración de OD, es de fundamental importancia en la sobrevivencia del camarón en cultivo; a mayor concentración de OD, se puede esperar una mayor sobrevivencia dentro de ciertos límites. Esto es lógico esperar, considerando que la densidad de población en el cultivo es relativamente alta y que se requieren concentraciones de OD también altas para poder sostener esta densidad, sobre todo si se considera que el brazo del estero en donde se realizaron los cultivos queda ocasionalmente aislado del resto del estero; una baja en la concentración de OD, en este caso, se puede traducir en mortalidad para el camarón. De acuerdo a Villalobos et al. (1969), la densidad de población natural de Penaeus aztecus y P. duorarum, está en relación directa a la concentración de OD en el área. Kinne y Willoughby (1968), establecen que al incrementar el número de organismos en un sistema dado, se incrementa el consumo de oxígeno y la competencia intraespecífica.

La recta de regresión que representa graficamente la relación sobrevivencia-OD, se muestra en la figura 14, en donde se grafica también el error estandar de la estimación de sobrevivencia en los diferentes puntos.

La sobrevivencia, como ya se mencionó está también significativamente relacionada con la temperatura, encontrándose que a mayor temperatura se observa menor sobrevivencia. Es probable que esta relación sea indirecta ya que a mayor temperatura, generalmente se tienen bajas cantidades de OD (como ya se mencionó anteriormente el OD está fuertemente correlacionado con la temperatura), el cual como ya se vió esta

directamente relacionado con la sobrevivencia. Se tiene también el hecho de que a mayor temperatura, aumenta el metabolismo y por lo tanto el consumo de oxígeno de los organismos, lo cual hace que éste se abata mas rapidamente y por otro lado a mayor temperatura aumenta la competencia intraespecífica y probablemente también el canibalismo, factores que por supuesto, influyen en la sobrevivencia.

La recta de regresión que muestra graficamente la relación temperatura-sobrevivencia, se muestra en la figura 15, en donde también se grafica el error estandar de la estimación de sobrevivencia en diferentes puntos.

La salinidad no presentó una relación significativa con la sobrevivencia, dentro de los límites registrados en el área en este período, los cuales en realidad no fueron muy amplios como ya se vió anteriormente. Esto concuerda con los resultados reportados por Zein-Eldin (1969), quien encontró que la salinidad no tiene un efecto significativo en la sobrevivencia de tres especies de peneidos del Golfo de México. Kutty (1971), encontró que los juveniles de Penaeus indicus, toleran un amplio rango de salinidades. En observaciones hechas por el CICTUS (Reporte Técnico, 1980), se encontró que salinidades superiores a 50 partes por mil, no afectan la sobrevivencia de Penaeus stylirostris.

Las figuras 16, 17 y 18, muestran graficamente la relación entre la combinación de dos parámetros y la sobrevivencia.

En realidad, la interpretación de estas gráficas, se presta a ciertas confusiones ya que al parecer muestran

resultados contradictorios; esto sucede por el hecho de que no hay independencia entre las variables como ya lo hemos visto anteriormente. Por ejemplo mientras que la figura 16 indica que a mayor temperatura se observa menor sobrevivencia, la figura 17 parece indicar lo contrario. Lo que puede suceder es que cuando una variable  $X_1$  esta indirectamente relacionado con la variable respuesta,  $Y$ , lo que se está midiendo, al hacer la regresión,  $X_1 - Y$ , es el efecto de otra variable  $X_2$ , la cual tiene una alta correlación con  $X_1$ .

En este caso no es que a mayor temperatura haya menor sobrevivencia, lo que realmente sucede es que a mayor temperatura, corresponden generalmente valores mas bajos de OD, lo cual si afecta negativamente la sobrevivencia.

Tabla 12.- Resultados del programa de regresión que indican la relación entre parámetros fisicoquímicos y biomasa.

Parametros relacionados	Ecuacion de regresion	Coef. de correlac.	Error estand.	Fo	Nivel de signific
T - B	$B = 1.16 + 0.6T$	0.774	6.32	11.98	**
S - B	$B = -44.5 + 1.54S$	0.430	12.86	1.82	NS
OD - B	$B = 53.8 - 8.50OD$	0.772	6.35	11.84	**
T - S - B	$B = 50.8 + 0.84T - 1.42S$	0.815	6.02	6.96	*
T - OD - B	$B = 20.4 + 0.38T - 3.12OD$	0.776	7.15	5.31	*
S - OD - B	$B = 90.7 - 0.76 T - 10.13 OD$	0.786	6.84	5.70	*
T-S-OD-B	$B = 1.66 + 1.67T - 1.92 S + 10.80D$	0.824	6.68	4.28	*

B = Biomasa ; T = Temp. ; S = Sal. ; OD = Oxigeno.

De acuerdo a la tabla anterior, con excepción de la salinidad, todos los demás parámetros tienen una relación significativa con la biomasa obtenida en los cultivos. Sin embargo la temperatura es el factor que tiene una influencia mas significativa, lo cual resulta lógico esperar, considerando que anteriormente se estableció que la temperatura afecta al crecimiento del camarón, y esto se refleja en la biomasa obtenida.

La figura 19 muestra graficamente la relación entre la temperatura y la biomasa obtenida, en donde se grafica también el error estandar de la estimación de biomasa en distintos puntos.

El oxígeno disuelto, se relaciona inversamente con la biomasa obtenida, es decir que se obtienen mayores biomosas ante cantidades menores de OD, esto sin embargo no es lógico de esperar; nuevamente aqui se está ante una relación indirecta por la dependencia entre OD y temperatura; seguramente que a temperatura constante, el oxígeno tiene un efecto positivo sobre la biomasa.

Aún cuando se estableció que el OD se relaciona directamente con la sobrevivencia y ésta a su vez se refleja en la biomasa, parece ser que en este caso, es mayor la influencia del crecimiento (la biomasa obtenida es el resultado del incremento en peso y de la sobrevivencia final), el cual aumenta con la temperatura y como ya se estableció, a mayores temperaturas corresponden por lo general valores mas bajos de OD.

La figura 20, muestra graficamente la relación entre biomasa obtenida y niveles de OD, y se grafica también el error estandar

de la estimación de biomasa en distintos puntos de la recta.

La influencia de dos o de los tres parámetros en la biomasa es menos significativa que la de los parámetros individualmente o al menos que uno de ellos, lo cual indica de nuevo que su efecto no es acumulativo o que solamente uno de ellos tiene un efecto directo.

La figura 21 muestra graficamente la relación de la temperatura y la salinidad con la biomasa obtenida; de acuerdo a ella, la biomasa aumenta al aumentar la temperatura y disminuye al aumentar la salinidad.

La figura 22 muestra la relación de la temperatura y el OD con la biomasa obtenida. De acuerdo a esto, la biomasa aumenta al aumentar la temperatura y disminuye al aumentar la cantidad de OD, lo cual como ya se mencionó, puede deberse a un efecto indirecto de la temperatura.

La figura 23, muestra graficamente la relación de salinidad, OD y biomasa. De acuerdo a ella, el crecimiento disminuye al aumentar la salinidad y al aumentar los niveles de OD (o lo que es lo mismo al disminuir la temperatura, de acuerdo a lo anteriormente establecido).

Los resultados de regresión para ver el efecto de la combinación de dos o mas parámetros tanto en el crecimiento como en la sobrevivencia y en la biomasa obtenida, son difíciles de interpretar y tal vez sería conveniente la aplicación de otro tipo de análisis para confirmar estos resultados. Un diseño experimental para probar el efecto de los parámetros individualmente y sus combinaciones, pero donde estos puedan ser

controlados, seguramente ayudaría para este propósito.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se podría concluir lo siguiente:

a.- Los parámetros fisicoquímicos en el área, especialmente temperatura y oxígeno disuelto, presentan variaciones estacionales muy amplias, lo cual significa que las poblaciones de camarón en cultivo, se encontrarían bajo condiciones ambientales muy distintas dependiendo de la época del año en que se lleven a cabo.

b.- Los tres parámetros considerados, pero especialmente la temperatura, presentaron un patrón de variación estacional bien definido; esto significa que es posible predecir con cierto grado de confiabilidad, las condiciones ambientales en que se va a desarrollar un cultivo, dependiendo de la época del año en que se lleve a cabo.

c.- El crecimiento, la sobrevivencia y la biomasa obtenida de camarón, varían notablemente dependiendo de la época del año. Los mejores crecimientos fueron obtenidos en los cultivos llevados a cabo en los meses de verano y los mas bajos, en los cultivos realizados en los meses de invierno. Lo mismo sucedió con la biomasa, lo que quiere decir que la biomasa depende fuertemente del crecimiento (mas que de la sobrevivencia). El caso contrario lo presentó la sobrevivencia, ya que ésta fue mas alta en los cultivos que se realizaron en los meses de invierno y mas baja en aquellos llevados a cabo en los meses de verano.

d.- De acuerdo a los resultados de la regresión, la temperatura es el parámetro que tiene una relación mas estrecha y significativa con el crecimiento del camarón, encontrándose que a mayor temperatura se obtiene un mayor crecimiento. Esto concuerda con los resultados obtenidos por otros autores y con las observaciones hechas, en el propio CICTUS en la realización de cultivos experimentales previos.

e.- La concentración de OD, también está estrechamente relacionada con el crecimiento del camarón, pero inversamente, es decir que a mayor cantidad de OD se registran menores crecimientos. Puede pensarse que esta relación no sea causal sino que pueda mas bien deberse a la fuerte correlación que existe entre OD y temperatura (ver matriz de correlación) y entre OD y sobrevivencia.

f.- La salinidad, dentro de los límites registrados en el área, tiene una relación significativa solamente con el crecimiento del camarón de 2 a 5.5 g. pero no con el de 5.5 a 12.5 g. Esta relación indica que a mayor salinidad, mayor crecimiento. Es muy probable que esta relación sea también indirecta ya que la salinidad está significativamente correlacionada con la temperatura.

g.- La combinación de dos o los tres parámetros, presenta una relación con el crecimiento, menos significativa que los parámetros individuales o al menos que uno de ellos. Esto sugiere que reflejan un mismo factor que es el que tiene un efecto directo dentro del intervalo de valores observado (o quizá ninguno de ellos aunque esto es poco probable por la experiencia que se tiene de cultivos anteriores)

h.- La relación entre los parámetros físicoquímicos y el crecimiento, es mas significativa para camarones de 2 a 5.5 g. que para los de 5.5 a 12.5 g. y esto se debe basicamente a que en el primer caso, los organismos están en la fase mas activa de su metabolismo el cual es influenciado por las condiciones ambientales especialmente la temperatura.

i.- El oxígeno disuelto, es el parámetro que presentó una relación mas significativa con la sobrevivencia del camarón, encontrándose que a mayor concentración de OD, se obtuvieron mayores sobrevivencias. Esto concuerda con los resultados que reportan otros autores y con las observaciones hechas en el propio CICTUS, en la realización de cultivos experimentales previos.

j.- La temperatura está inversamente relacionada con la sobrevivencia, es decir que a mayor temperatura se registraron sobrevivencias mas bajas. Es posible pensar que esta relación sea mas bien indirecta por estar la temperatura relacionada con otros parámetros que influyen directamente en la sobrevivencia, como por ejemplo: la concentración de OD, el incremento en el metabolismo y la competencia intraespecífica y canibalismo.

k.- La salinidad dentro de los límites registrados en el área, no presentó una relación significativa con la sobrevivencia, lo cual confirma las observaciones hechas por otros autores y las experiencias del CICTUS, en la realización de cultivos experimentales previos.

l.- La combinación de dos o los tres parámetros tiene una relación menos significativa con la sobrevivencia que los

parámetros individualmente, lo cual significa que su efecto no es acumulativo o que solamente uno de ellos actúa directamente en la sobrevivencia.

m.- La temperatura fue el parámetro que se relacionó mas significativamente con la biomasa obtenida en los cultivos encontrándose que a mayor temperatura mayor biomasa.

n.- El OD, se relaciona inversamente con la biomasa es decir que a mayor cantidad de OD, menor biomasa; esta parece deberse a una relación indirecta con la temperatura.

o.- Los dos puntos anteriores, hacen pensar que para este caso, el crecimiento tiene mayor efecto en la biomasa obtenida que la sobrevivencia.

q.- El efecto conjunto de dos o los tres parámetros, es menos significativo que el de estos en forma individual, lo cual hace pensar que su efecto no es acumulativo o que no todos actuan directamente sino que hay una relación de dependencia entre ellos como se sugirió en los casos anteriores

r.- La interpretación de los resultados obtenidos por regresión lineal, es difícil, sobre todo para explicar la relación entre la combinación de dos o tres parámetros y la sobrevivencia o la biomasa; por lo cual se sugiere la realización de otro tipo de análisis para confirmar estos resultados por ejemplo un análisis experimental de laboratorio podría ser adecuado.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, podría recomendarse para la realización de cultivos de camarón azul:

1.- Llevarlos a cabo de preferencia en regiones donde la temperatura se mantenga mas o menos elevada durante todo el año

para lograr crecimientos adecuados; temperaturas de 25 C. o mayores, pueden considerarse adecuadas.

2.- Procurar que las concentraciones mas altas de OD, coincidan con las mayores biomásas de camarón en el cultivo, lo cual puede lograrse programando adecuadamente las siembras; o bien mantener una buena oxigenación por medios artificiales. Concentraciones de OD superiores a 4 ml/l. se consideran adecuadas.

3.- Salinidades entre 30 y 44 partes por mil, no representan ningún problema para el cultivo de esta especie.

4.- Para el Estado de Sonora, en donde se realizó este estudio, las épocas mas adecuadas para el cultivo, están entre marzo y octubre, recomendandose prestar atención a los niveles de OD en los meses mas cálidos.

#### BIBLIOGRAFIA

- Allen, P.G., L.W. Botsford, A.M. Shuur and W.E., Johnston. 1984. Bioeconomics of Aquaculture. Elsevier. Amsterdam. 351 p.
- Broad, A.C. 1965. Environmental requirements of shrimp. Publ. Health. Serv. Washington (999-wp-25):86-91.
- Brown, E. 1983. World Fish Farming: Cultivation and Economics. AVI Pub. Second ed. USA. pp. 381-386.
- Banco Nacional Pesquero y Portuario. 1986. Revista Banmar. 14: 18
- Burkenroad, H.D. 1963. Comments on the petition concerning penaeid names (Crustacea:Decapoda). Bull. Zool. Nom. 20:169-174.
- FAO, 1982. Coastal Aquaculture: Development perspectives in Africa and cases of study in other regions. CIFA, Tech Paper No. 9.
- Burkenroad, H.D. 1981. The higher taxonomy and evolution of Decapoda (Crustacea). Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 19(17):225-268.

- CICTUS. 1978. Programa especial de recursos bióticos marinos: cultivo de camarón. Reporte técnico. 36p.
- CICTUS. 1980. Establecimiento de un prototipo comercial de cultivo de camarón azul P. stylirostris en lagunas costeras Reporte técnico a CONACYT. 40 p.
- CICTUS. 1983. Establecimiento de un prototipo de cultivo de camarón azul, P. stylirostris en lagunas costeras. Reporte técnico a CONACYT. 28p.
- CICTUS. 1984. El cultivo del camarón azul. UNISON. 126 p.
- Dernell, R.M. 1958. Food habits of fishes and larger invertebrates of lake Ponchartrain, Louisiana and estuarine community. Publs. Inst. Mar. Sci. U. Texas, 5: 353-415.
- Dorsey, K.T. 1976. The influence of temperature, salinity and stocking density on the growth and survival of the Gulf of California brown shrimp P. californiensis. M.S. Thesis. U. of Az. 43p.
- Gosner, K.L. 1971. Guide to identification of marine and estuarine invertebrates. Wiley Interscience. 693 p.
- Hanson, J.A. y H. Goodwin. 1977. Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Van Nostrand Co. Usa. 439 p.
- Huner, J. y E.Evan Brown. 1985. Crustacean and Mollusk Aquaculture in The United States. AVI Pub. 476 p.
- Kinne, O. 1964. Non genetic adaptation to temperature and salinity. Helgolander Wiss Meeresunters, 9: 433-458.
- Kinne, O. 1970. Marine Ecology; Vol. I: Environmental factors. John Wiley & Sons. USA. 681p.
- Kinne, O. 1977. Marine Ecology; Vol. III: Cultivation. John Wiley & Sons. USA. p 1295-1521.
- Kinne, O. y H. Willoughby. 1968. A method for calculating carrying capacities of hatchery throughout ponds. Prog. Fish. Cult., 17,4.
- Kitany, H. y L. Martinez. 1977. Estudios bioecológicos en el estero La Cruz: Cultivo del camarón. CICTUS. Reporte técnico.
- Kutty, M.N.; Murugapoothy, G. y T.S. Krishnan. 1971. Influence of salinity and temperature on the oxigen consumption in young juveniles of indian prawn Penaeus indicus, Mar. Biol. 11: 125-131.
- Lawrence, A.; G. Chamberlain y D. Hutchins. 1981. Shrimp

- mariculture: An overview. Texas A&M, Sea Grant Program. 9p.
- Lawrence, A.; M. John y W. Griffin. 1983. Shrimp mariculture: State of the art. Texas A&M, Sea Grant Program. 12p.
- Lawrence, A., J.P. Mc. Vey and J.V. Huner. 1985. Penaeid shrimp culture. En: Huner, J. y E. Evan Brown, 1985. Crustacean Aquaculture in The United States. AVI. pp. 127-152.
- Lockwood, A.P. 1967. Aspects of the physiology of crustacea. W.H. Freeman & Co. San Francisco. p 125-159.
- Lumare, F. 1983. Directrices seguidas en Italia para la cria de langostinos peneidos. Inst. Inv. Pesqueras. Barcelona. Inf. Tec. 109. 18p.
- Lunz, G.R. 1951. A salt water fish pond. Contributions Beans Bluff Laboratories. South Carolina, 12:1-2.
- Lunz, G.R. 1956. Harvest from an experimental one-acre salt water pond at Beans Bluff Laboratory, South Carolina. Progr. Fish. Cult. 18(12):91-94.
- Lunz, G.R. 1958. Pond cultivation of shrimp in South Carolina. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 10:44-48.
- Lunz, G.R. 1967. Faarming the salt marshes. Proc. Marsh & Estuar. Manag. Symp. Louisiana State U. Press. : 172-177.
- Lunz, G.R. y C.M. Bearden. 1963. Control of predacious fishes in shrimp farming in South Carolina. Cont. Beans Bluff Lab. South Carolina, (35). 96p.
- McLeese, D.W. 1956. Effects of temperature, salinity and oxygen on the survival of american lobster. J. Fish. Res. Board. Can. 13: 247-272.
- Mc Vey, J. 1984. Handbook of Mariculture. Vol. 1. Crustacean. CRC Press. USA.
- Moshiri, G.A. y C.R. Goldman. 1969. Estimate of asimilation efficiency in the crayfish, Pacifastacus lenisculus (Dana). Arch. Hydrobiol. 66:298-306.
- Perez-Farfante, I. 1969. Western atlantic shrimp of the genus Penaeus. Fish. Bull. 67(3): 61-591.
- Pillary, T.V.R. 1973. The role of aquaculture in fisheries development and management. J. Fish. Res. Board. Can. 30:2202-2217.
- Pritchard, D.W. 1967. What is an estuary? Physical viewpoint. in:

- Lauff, G.H. (ed). Estuaries , 83:3-5.
- Rodriguez, G.A. 1981. Osmoregulation and total serum protein of two species of penaeis shrimp from the Pacific Coast of Mexico. J. Crust. Biol. 1(3):372-400.
- Sevilla, M.L. 1977. Introduccion a la ecologia marina. IPN. Mexico. 220p.
- Schram, F.R. 1979. Crustacea. Encyclopedia of paleontology. Dowden, Hutchins & Ross Inc. p 238-244.
- Schram, F.R. 1981. On the clasification of Eumalacostraca. J. Crust. Biol. 1(1):1-10.
- Stickney, R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. Wiley. USA. 375 p.
- Subramayan, C.B. 1962. Oxygen consumption in relation to body weight and oxygen tension in the prawn Penaeus indicus. Proc. Indian Acad. Sci. 55:152-161.
- Tagatz, M.E. 1969. Some relations of temperature acclimatation and salinity to thermal tolerance of blue crab, Callinectes sapidus. Amedr. Fish. Soc. Trans. 98:73-716.
- Todd, M. y P.A. Dernel. 1960. Effects of temperature and salinity in two grapsid crabs. Biol. Bull. 118:150-172.
- Vernberg, F.G. 1962. Comparative physiology:latitudinal effects of physiological properties of animal population. Rev. Physiol. 24:517-546.
- Vernberg, F.G. 1962. The biology of crustacea, vol 8, Respiratory adaptations. Academic Press. USA. p 3.
- Vernberg, W.B. y F.G. Vernberg. 1972. Environmental physiology of marine animals. Springer-Verlag. Germany.
- Villalobos et al. 1969. Relacion entre postlarvas planctónicas de Penaeus sp y caracteres ambientales en la laguna de Alvarado Veracruz, Mexico; en "Lagunas Costeras, Un simposio". Ayala Castañares y F. Phleger, editores. Unam, Mexico. p 601-619.
- Villavicencio, C., Martinez, L. y Murrieta, X . 1982. Cultivo de camarón azul en lagunas costeras. Ciencia Interamericana.
- Viosca, P. 1920. Louisiana greates in the production of shrimp P. setiferus. Bienn. Rep. Dep. Conserv., 4:461-591.
- Weymouth. 1933. Preliminar report of the life history of the common shrimp P. setiferus (Linn.). Bull. Bur. Fish. Wash. 48:1-26.

- Williams, A.B. 1955. A contribution of the life history of commercial shrimp (Penaeidae). in North Carolina. Bull. Mar.Gulf. Caribb. 5(2):116-146.
- Wheaton, F.W. 1982. Acuacultura .. A.G.T. editores S.A. Mexico. 704 p
- Wisepape, L.M.; D.V. Aldrich y K. Strawn. Effects of temperature and salinity on thermal death in postlarval brown shrimp P. aztecus. Dep. Wildlife and Fish. Sci.Texas, A&M. University.
- Zein-Eldin, Z. 1963. Effects of salinity on growth of postlarval penaeid shrimp. Biol. Bull. Vol 125; No. 1; pp. 188-196.
- Zein-Eldin, Z. 1966. The effect of temperature upon the growth of laboratory-held postlarval P. aztecus. Biol. Bull. Vol. 131; No. 1; 186-196.
- Zein-Eldin, Z. 1969. An appraisal of the effect of salinity and temperature on growth and survival of postlarval penaeids. FAO Fish. Rep., (57). vol 3, 1015-1025.

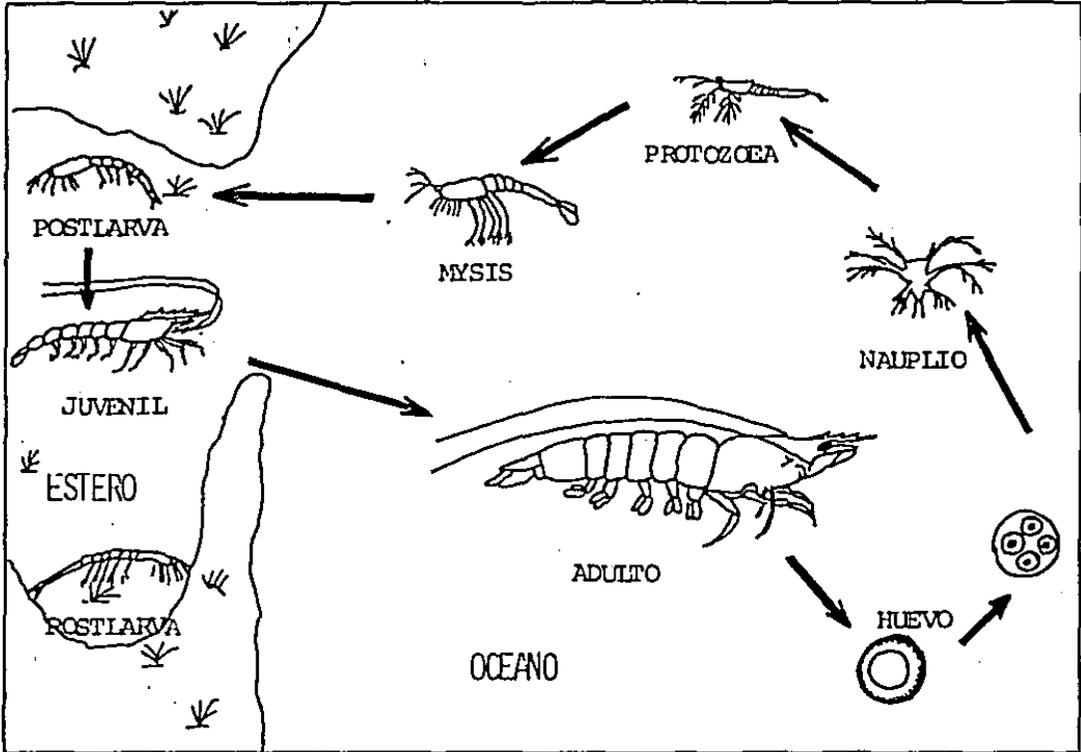


Figura 1.- Ciclo de vida del camarón del género Penaeus

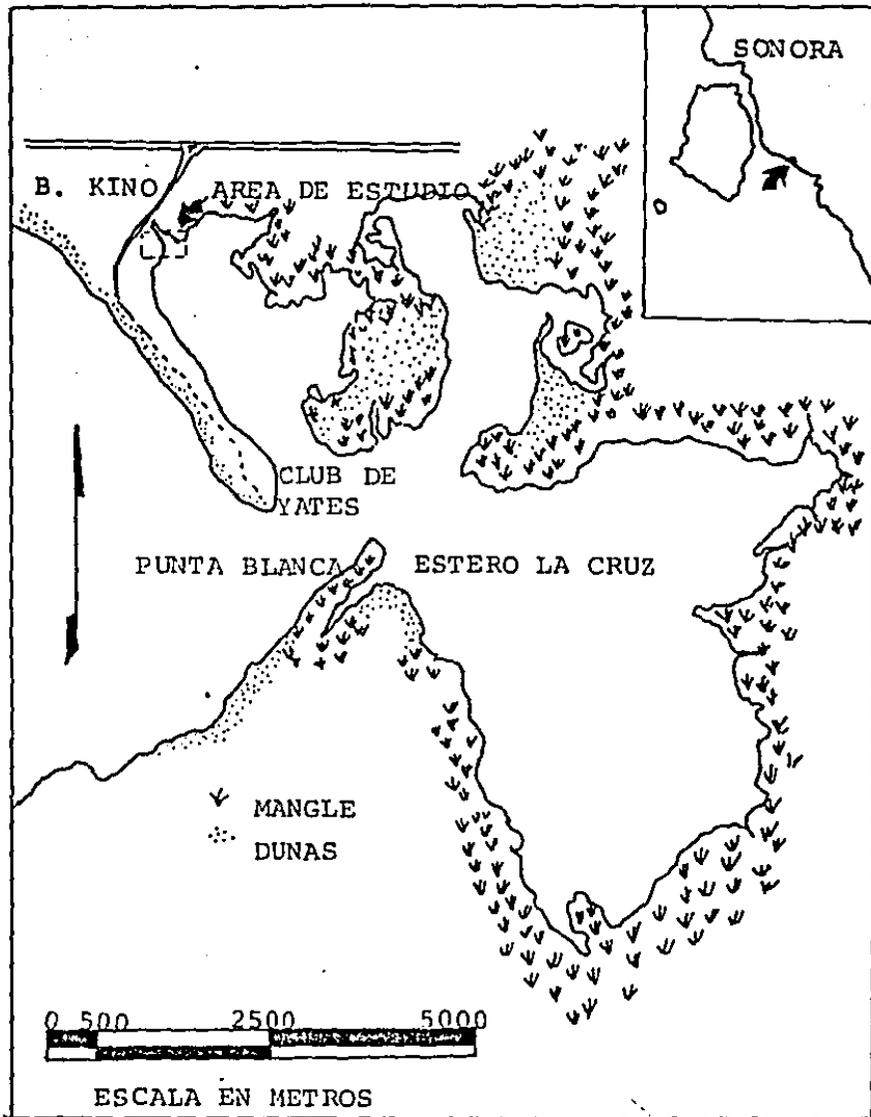


Figura 2.- Area de estudio.

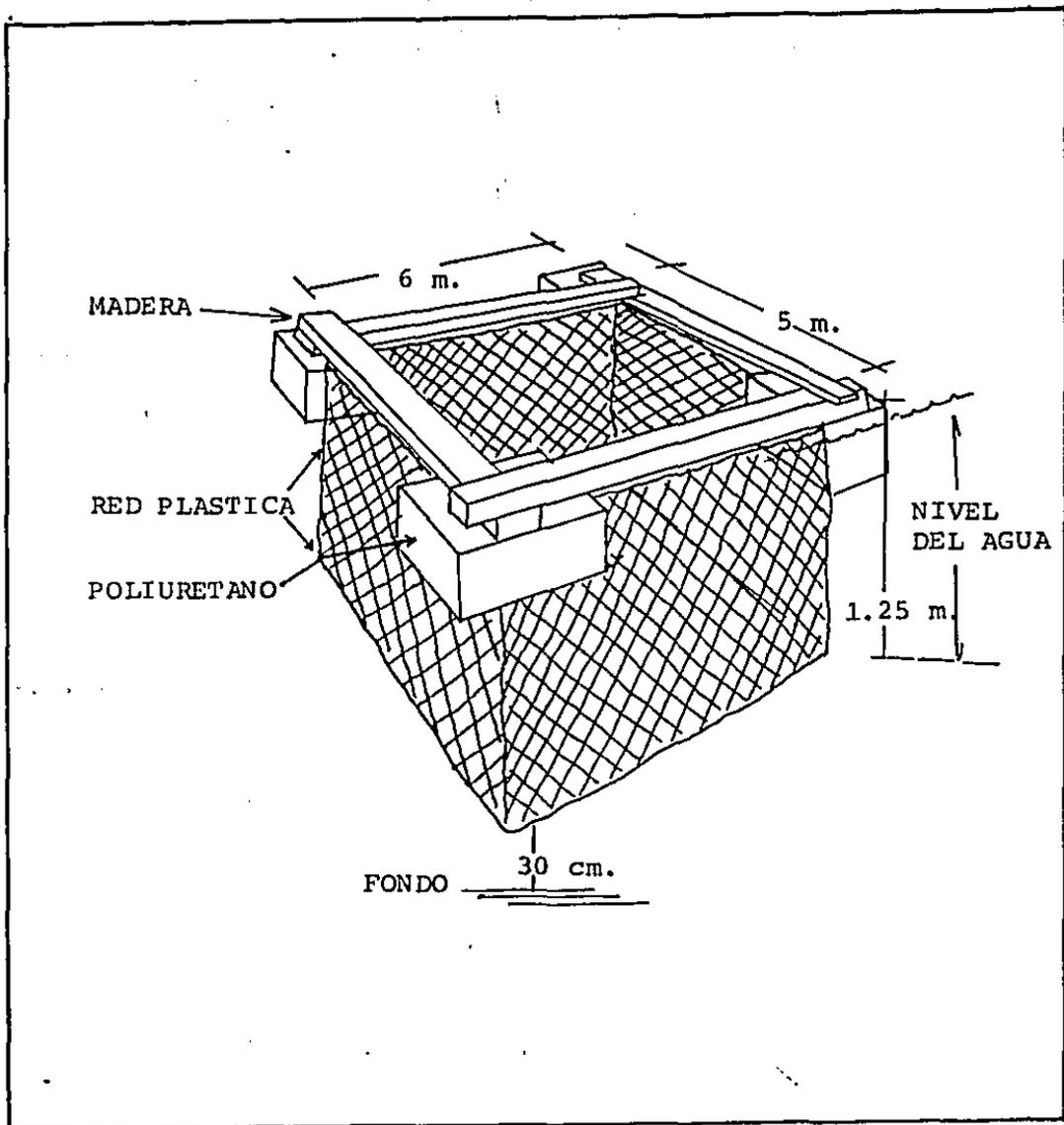


Figura 3.- Diagrama de un corral para cultivo de camarón.

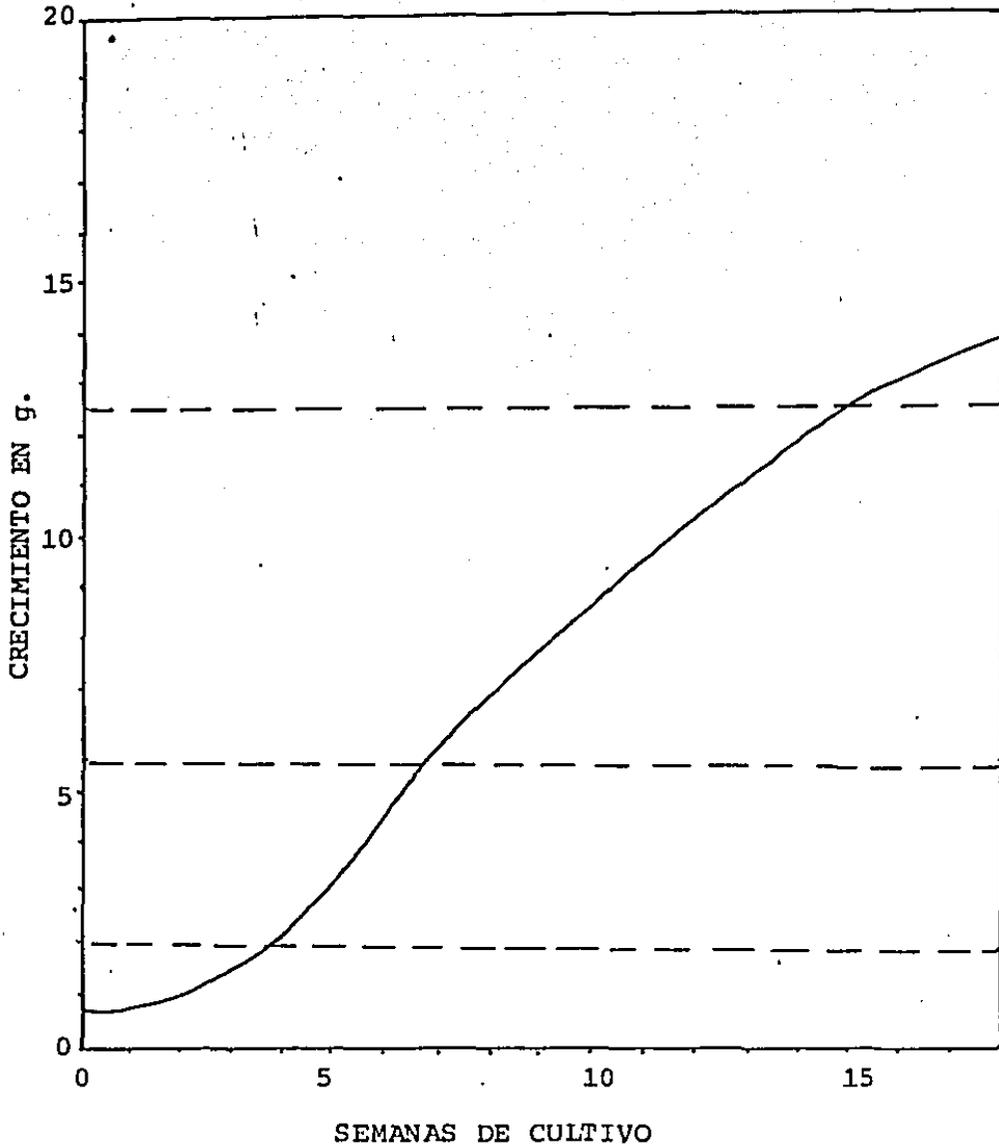


Figura 4.- Curva típica de crecimiento de camarón azul

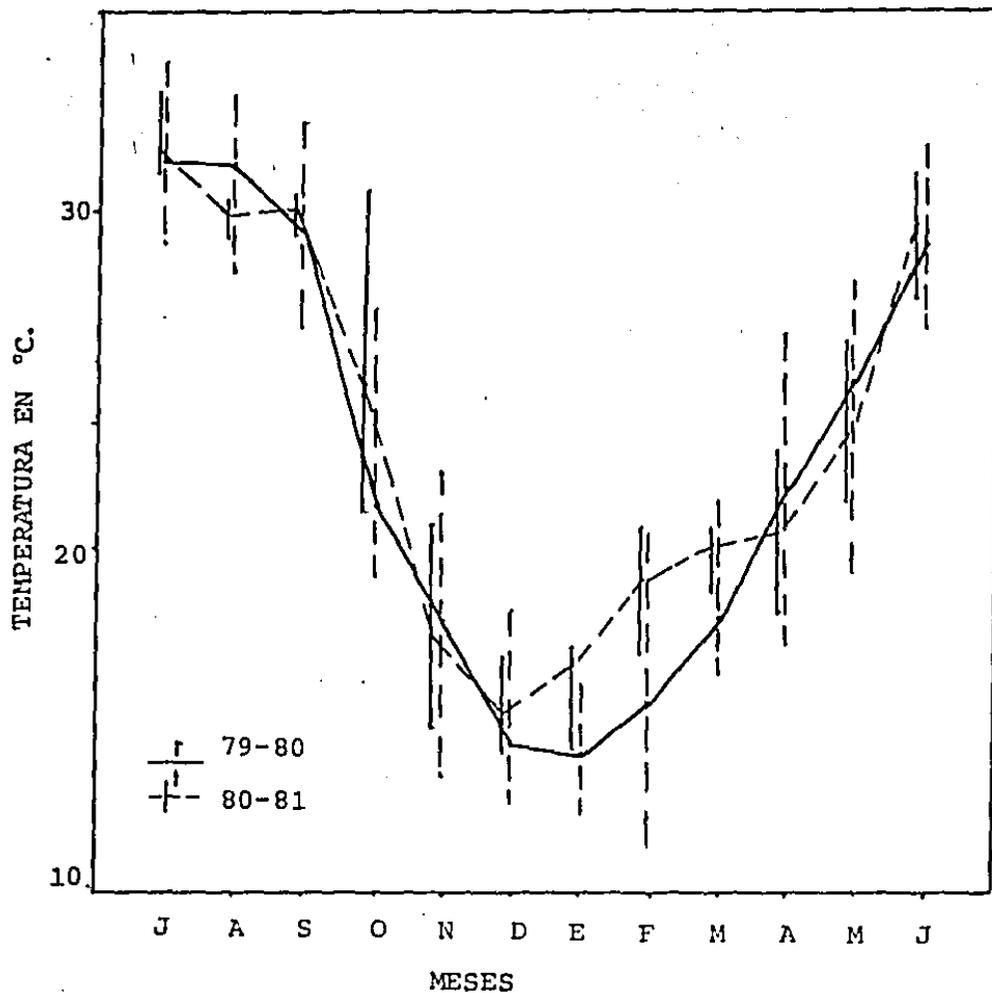


Figura 5.- Variación estacional de temperatura en el área de cultivo. (las líneas verticales representan la variación mensual).

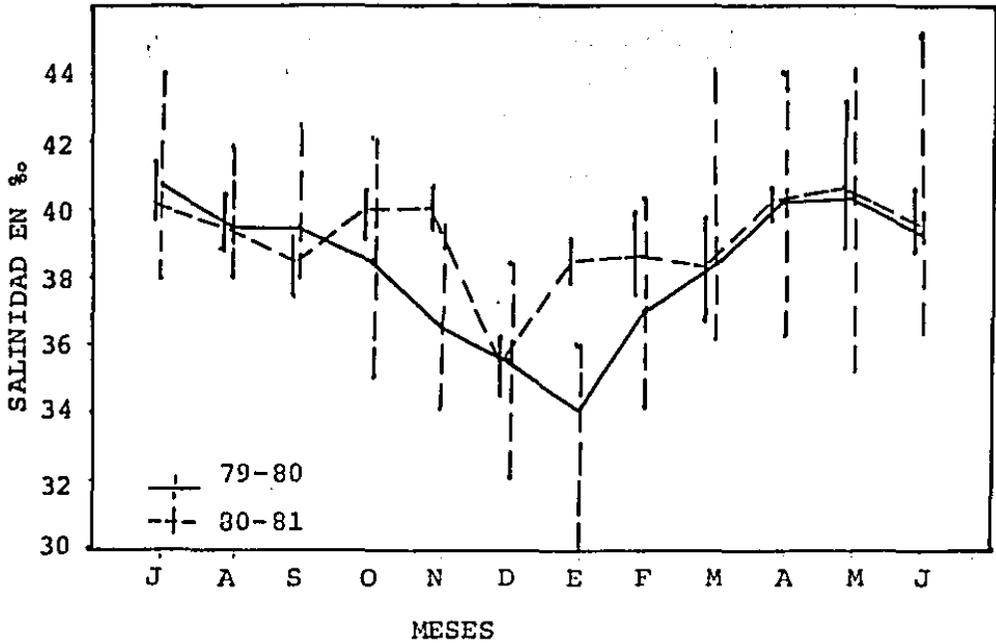


Figura 6.- Variación estacional de salinidad en el área de cultivo. (las líneas verticales representan la variación mensual)

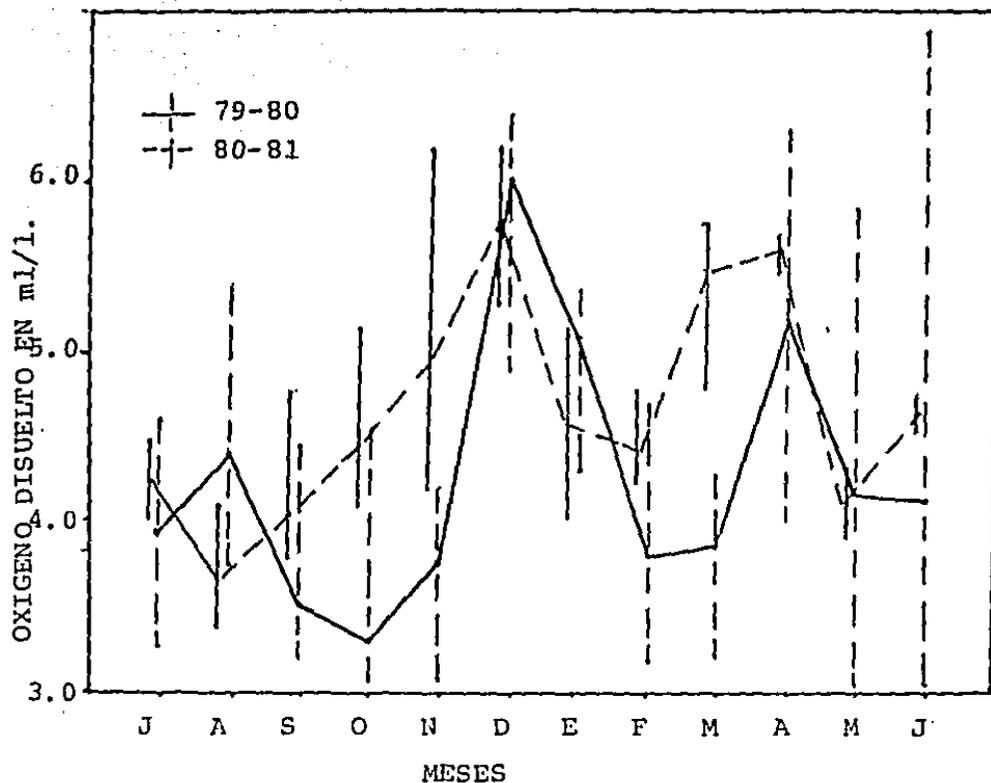


Figura 7.- Variación estacional de la cantidad de -  
 oxígeno disuelto en el area de cultivo.  
 (las líneas verticales representan la  
 variación mensual)

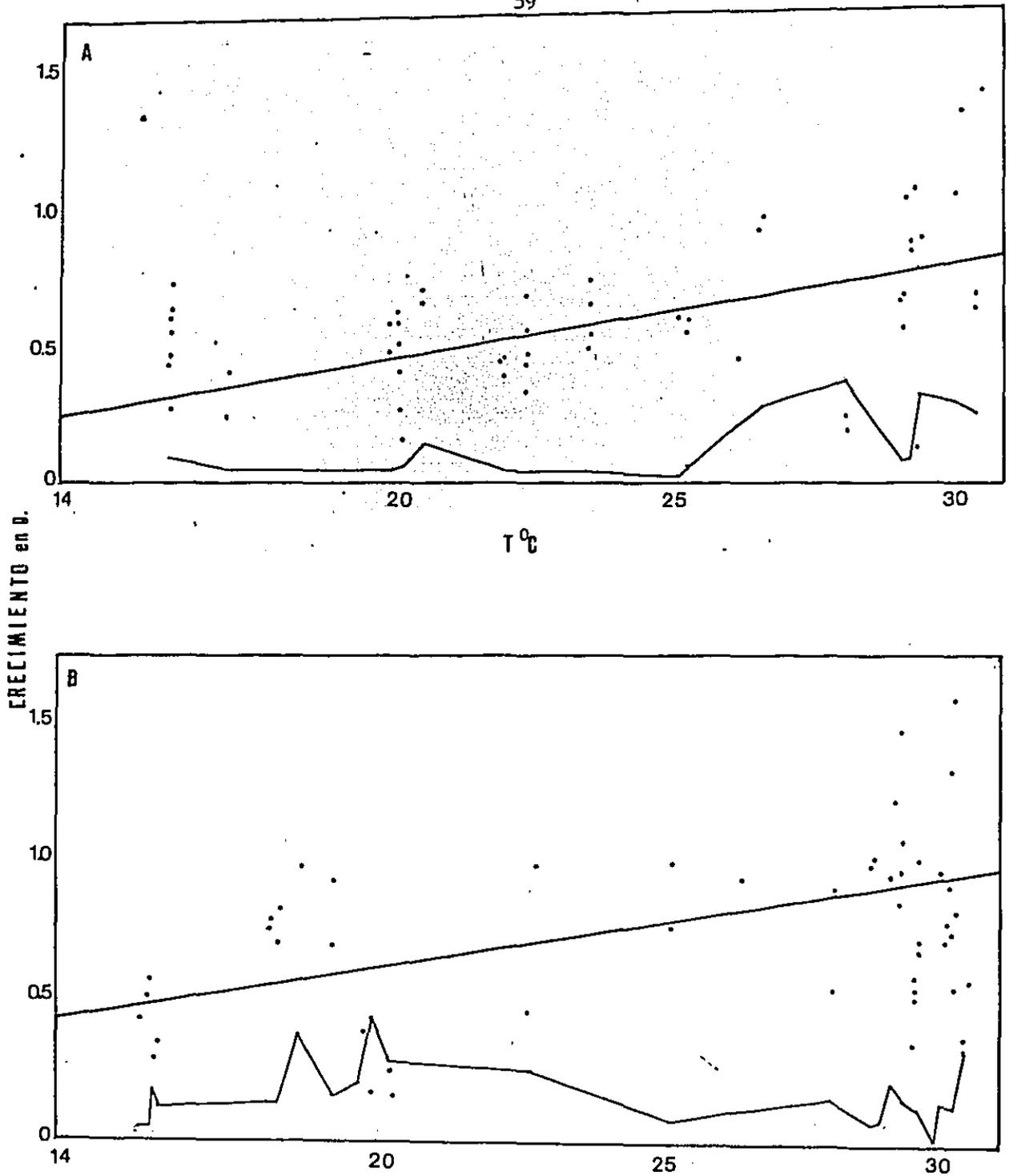


FIG. 8.- Valores Reales y Recta de regresión de la relación temperatura creci---  
 miento para camarones de 2 a 5.5 g. (A) y de 5.5 a 12.5 g. (B). Mostrando el error estandar de la estimación.

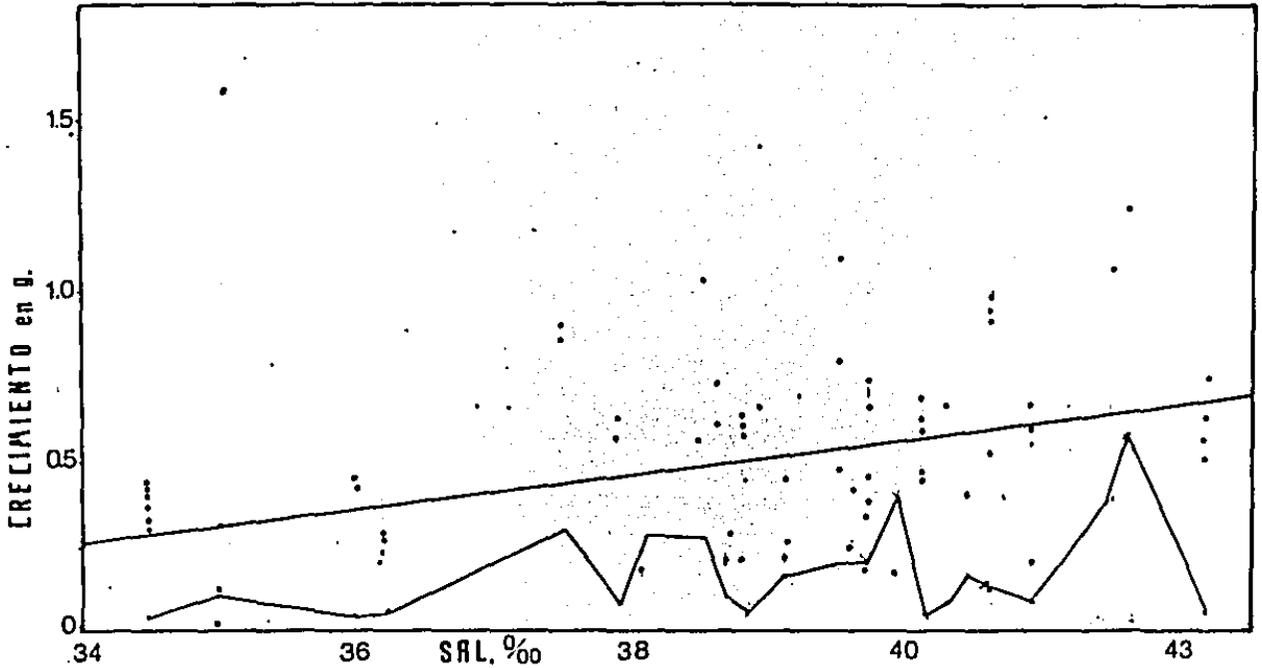


FIG. 9.- Valores Reales y Recta de regresión de la relación crecimiento-salinidad para camarones de 2 a 5.5 g. Mostrando el error estandar de la estimación.

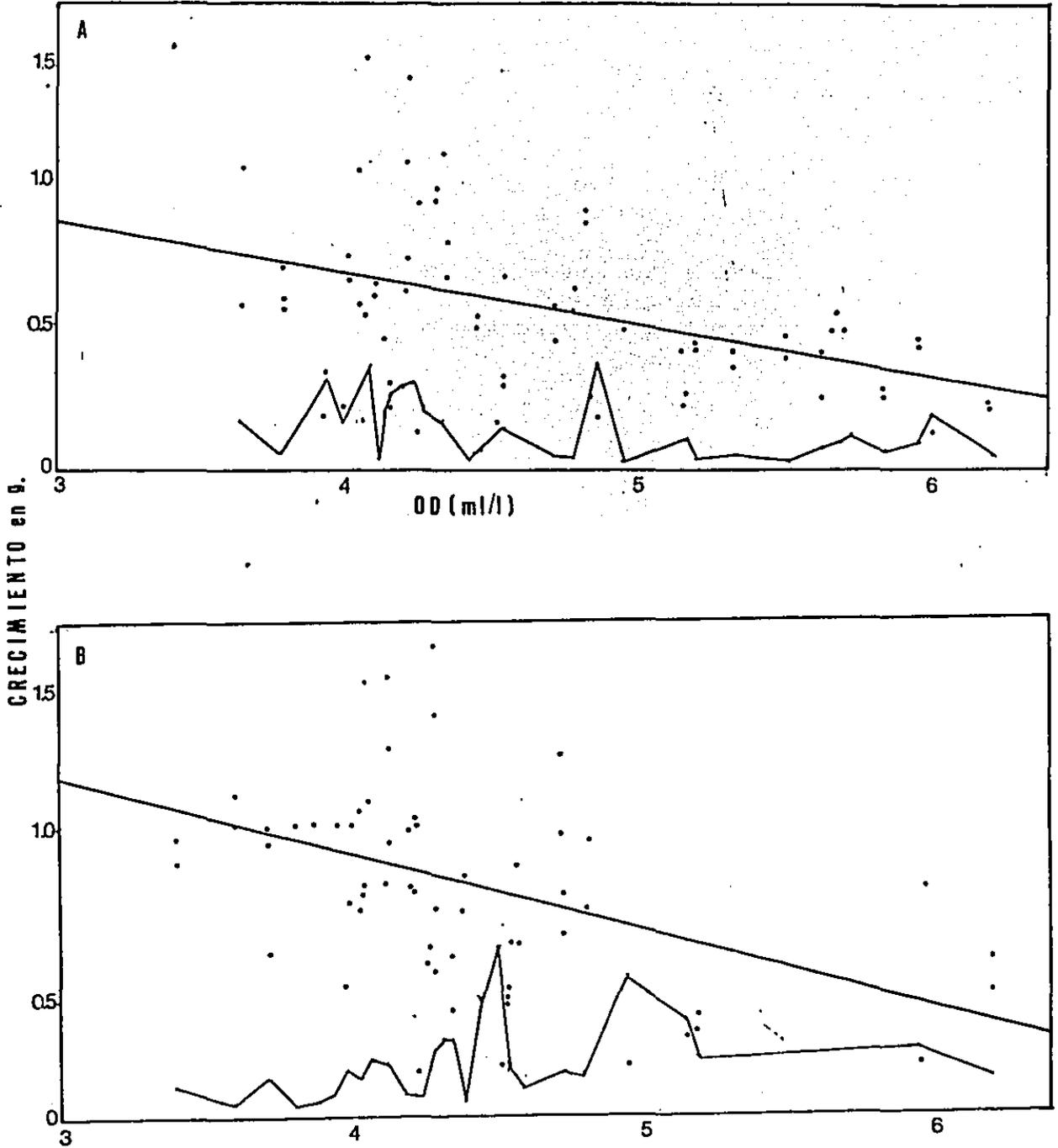


FIG. 10.- Valores Reales y recta de regresión de la relación crecimiento-OD, para camarones de 2 a 5.5 g. (A) y de 5.5 g. (Mostrando el error estándar de la estimación).

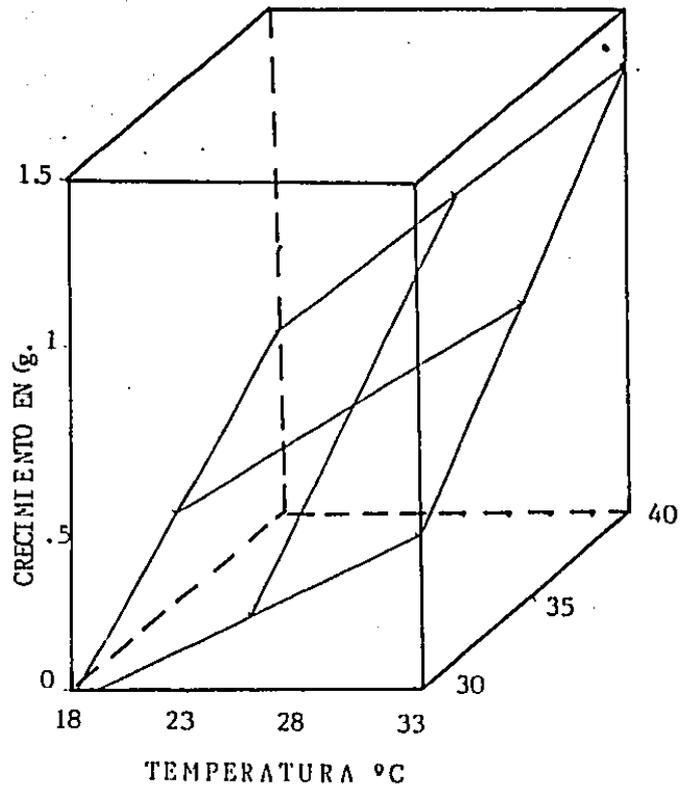
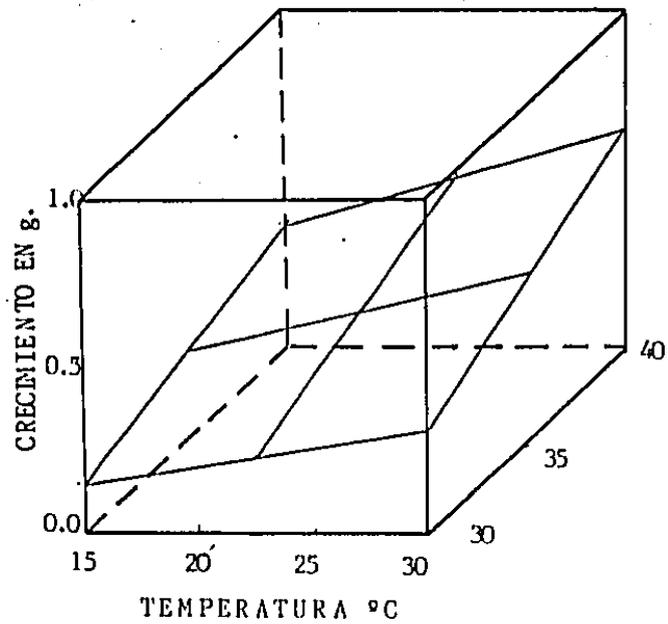


Fig. 11.- Relación entre temperatura, salinidad y crecimiento de camarón cultivado ( a.- para camarones de 2 a 5.5 g. b.- para camarones de 5.5 a 12.5 g)

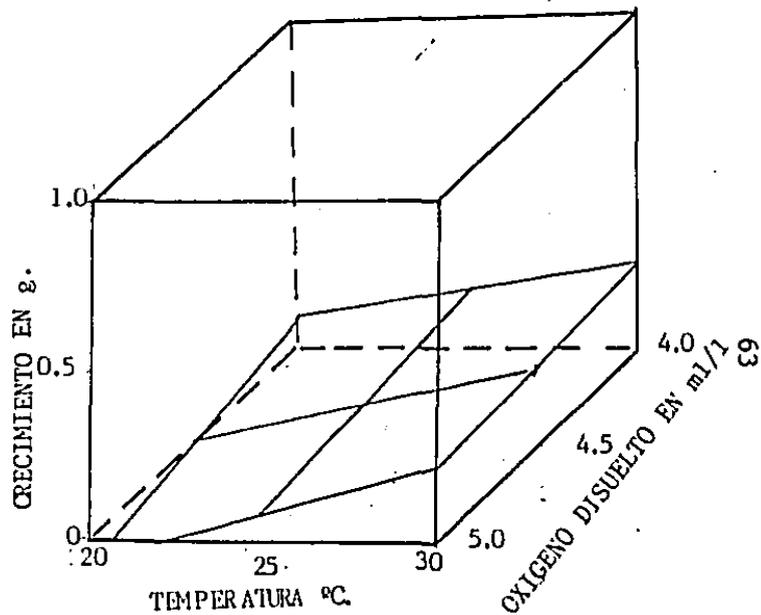
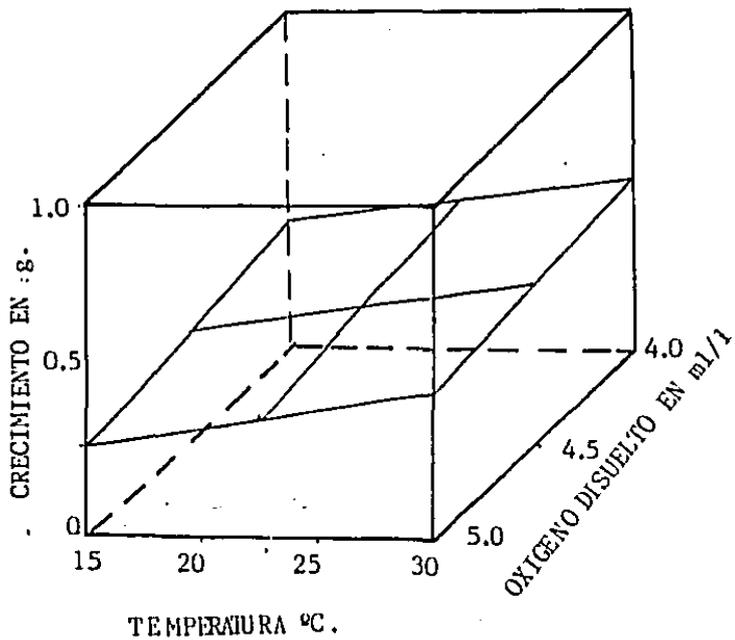


Fig. 12.- Relación entre temperatura, oxígeno disuelto y crecimiento de camarón cultivado  
(a.- para camarones de 2 a 5.5 g. b.- para camarones de 5 a 12.5 g.)

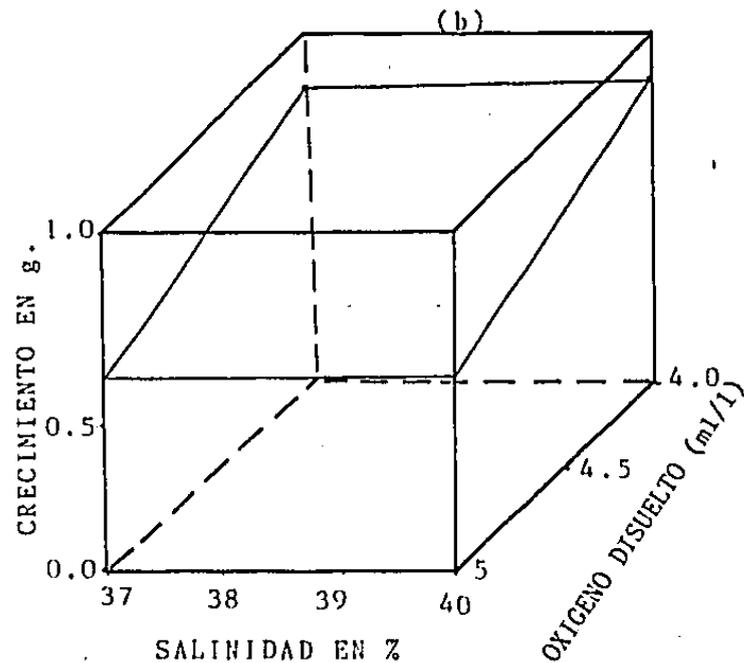
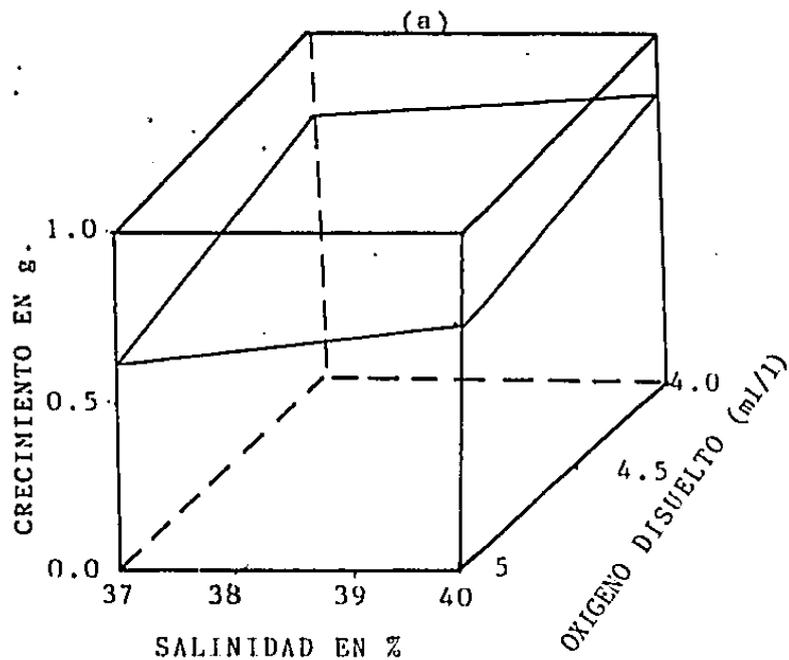


Figura 13.- Relación entre Salinidad, Oxígeno disuelto y crecimiento de camarón cultivado (a.- para camarones entre 2 y 5.5 g. b.- para camarones entre 5.5 y 12.5 g.)

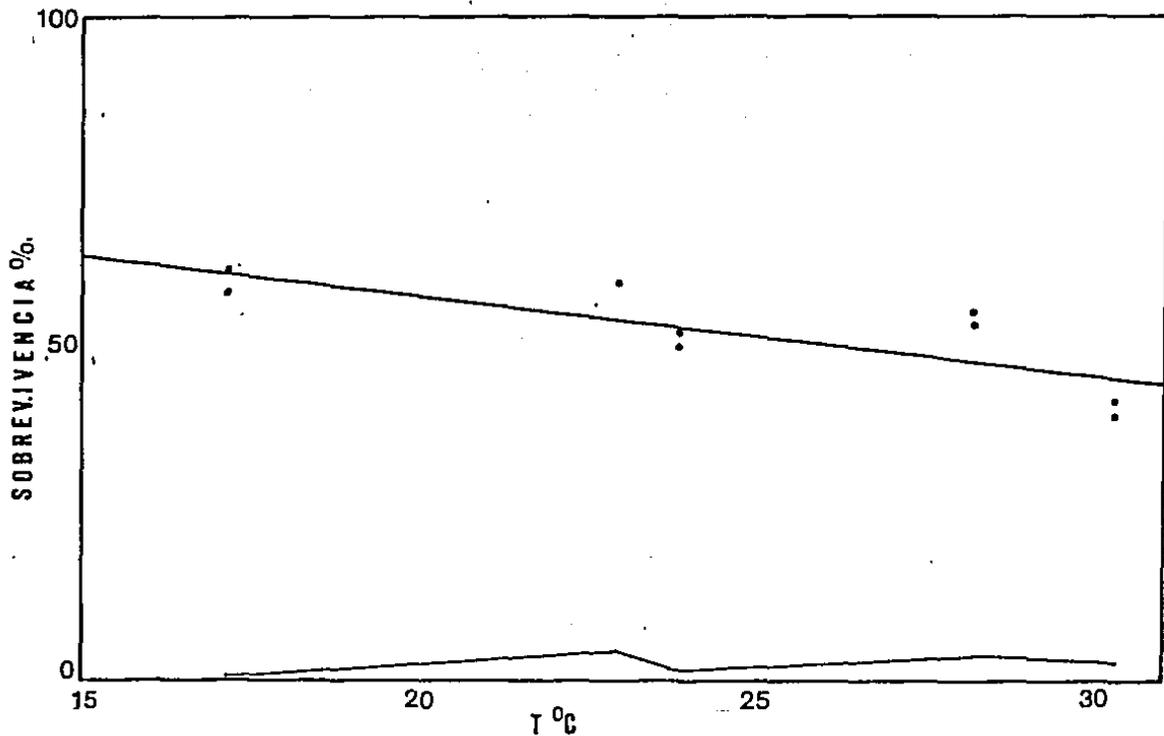


FIG. 14.- Valores reales y recta de regresión de la relación temperatura-sobrevivencia de camarón azul. Mostrando el error estándar de la estimación.

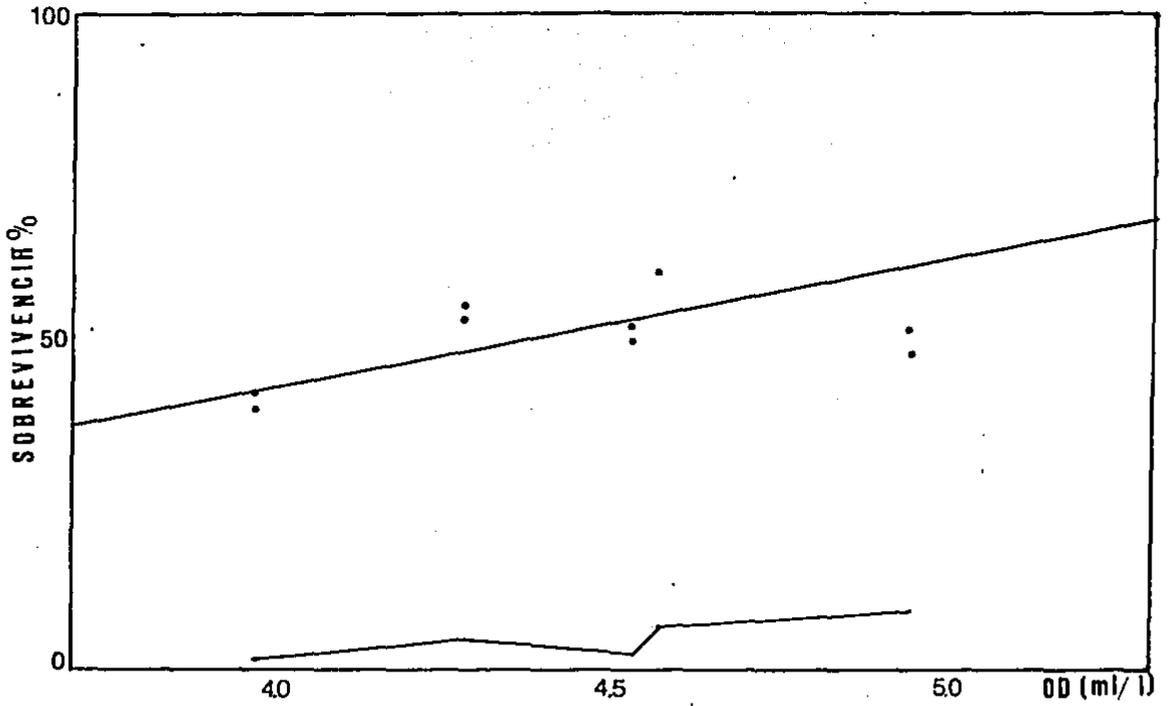


FIG. 15.- Valores reales y recta de regresión de la relación OD.-sobrevivencia de camarón azul. Mostrando el error estandar de la estimación.

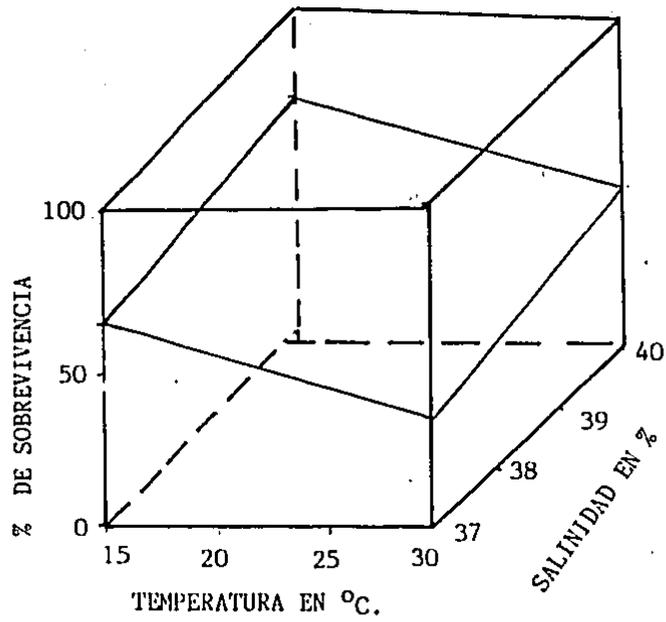


Figura 16.- Relación entre Temperatura, Salinidad y Supervivencia de camarón cultivado.

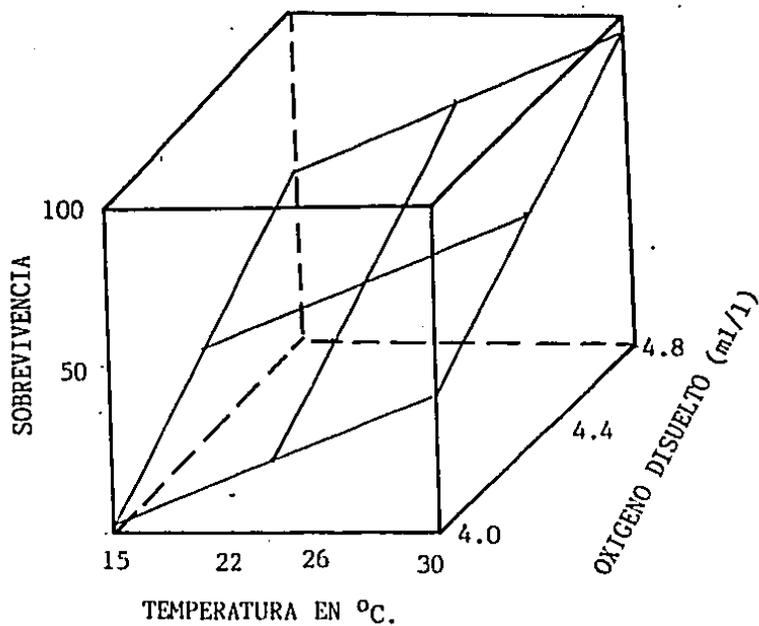


Figura 17.- Relación entre Temperatura, OD y Sobrevivencia de camarón cultivado.

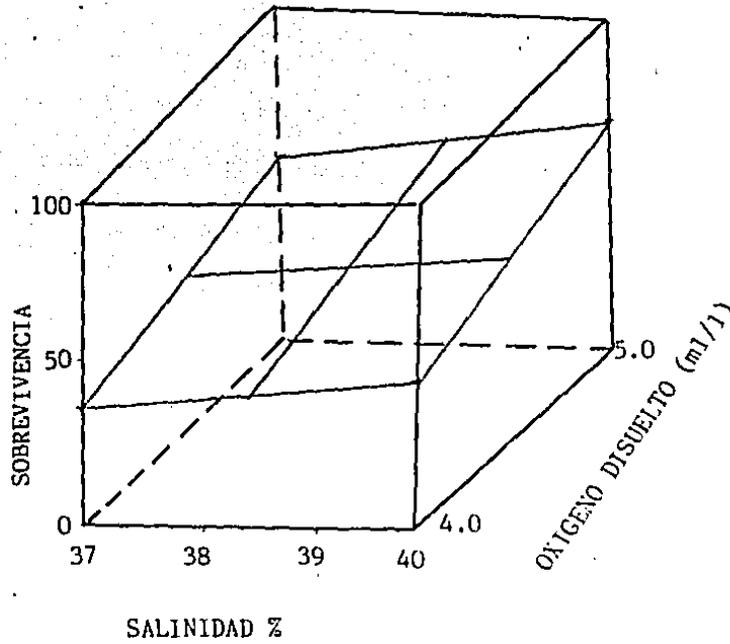


Figura 18.- Relación entre salinidad, oxígeno disuelto y sobrevivencia de camarón en cultivo.

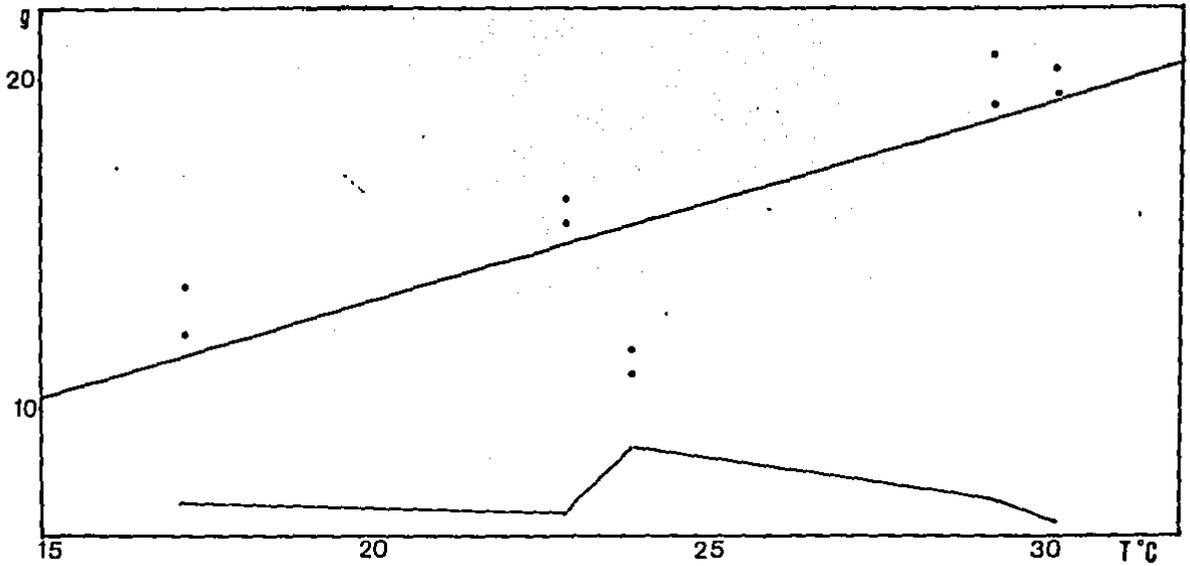


FIG. 19.- Valores reales y recta de regresión de la relación temperatura y biomasa obtenida de camarón azul en cultivo. Mostrando el error estándar de la estimación.

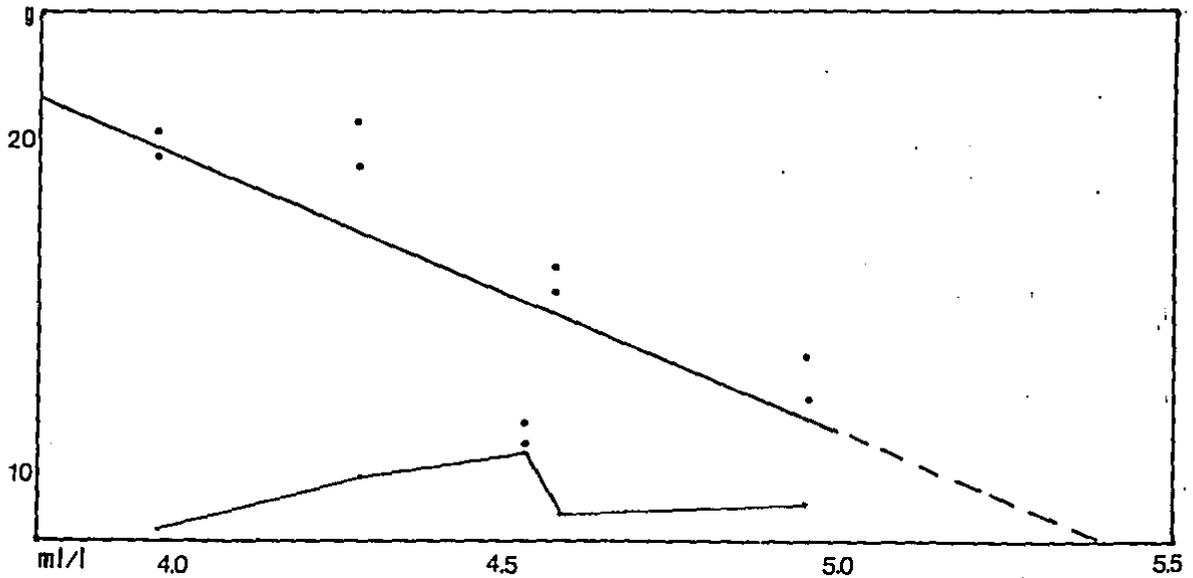


FIG. 20.- Valores reales y recta de regresión de la relación OD y biomasa obtenida de camarón azul en cultivo. Mostrando el error estándar de la estimación.

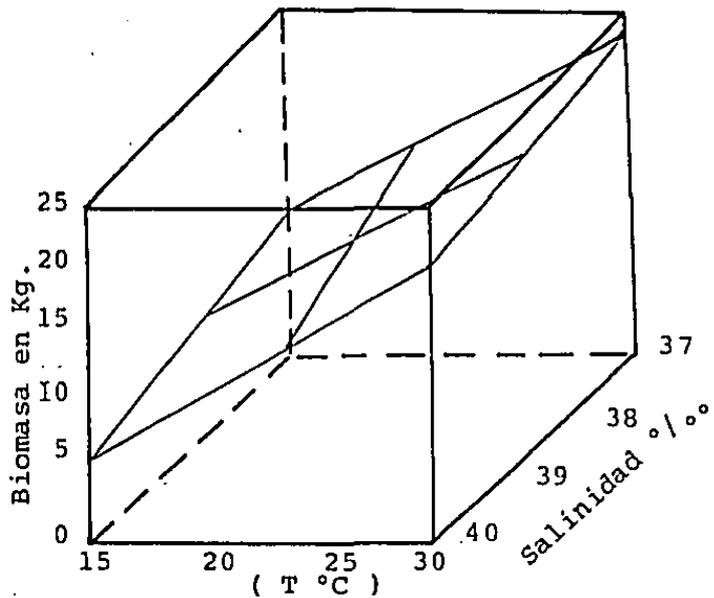


Fig. 21. Relación entre temperatura, salinidad y biomasa obtenida de camarón

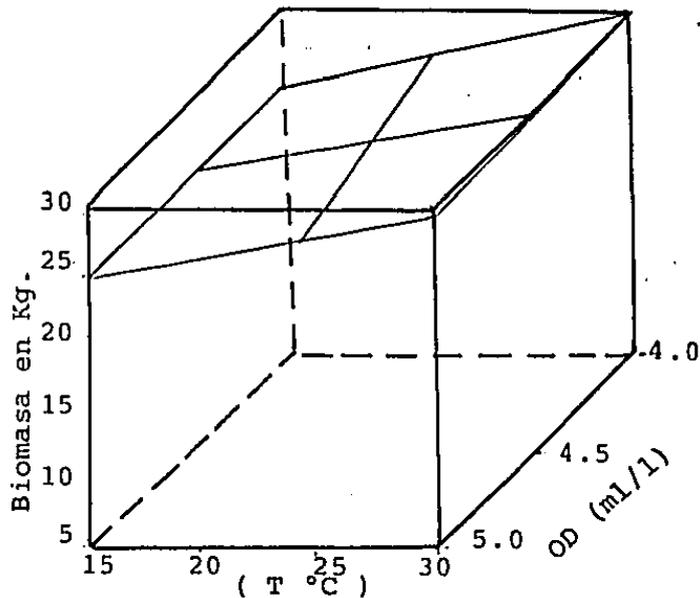


Fig. 22. Relación entre temperatura, OD y biomasa obtenida de camarón

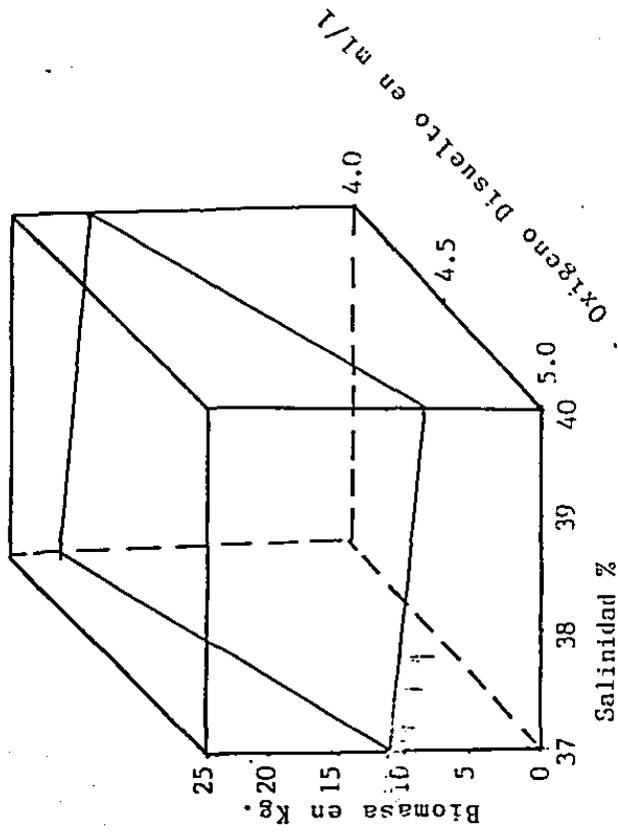


Fig. 23.- Relación entre salinidad, OD y biomasa obtenida de camarón.

ANEXO 1

COMPOSICION DE LA DIETA PROPORCIONADA AL CAMARON EN CULTIVO

INGREDIENTES	%
Sorgo entero molido	38.0
Harina de soya	15.6
Harina de camarón	15.0
Harina de pescado	20.0
Solubles de pescado	2.0
Aceite de pescado	2.0
Aceite de soya	1.0
Mezcla de vitaminas	1.0
Acido ascórbico	0.4
Mezcla de minerales	3.0
Ligadores	2.0

ANALISIS CALCULADO

Proteína	28.4 %
Grasa	3.5 %
Fibra cruda	3.4 %
Calcio	3.2 %
Fósforo	1.7 %
Energía total	4.1 K cal/g.

## ANEXO 2

## LISTADO DEL PROGRAMA DE REGRESION LINEAL UTILIZADO

```

5 HOME
10 PRINT "MULTIPLE LINEAR REGRESSION"
20 PRINT
30 DIM X(N), S(N), T(N), A(N, N+1)
40 PRINT "NUMBER OF KNOWN POINTS";
50 INPUT N
60 PRINT "NUMBER OF INDEPENDIENTVARIABLES";
70 INPUT V
80 X(I) = 1
90 FOR I = 1 TO N
100 PRINT "POINT";I
110 FOR J = 1 TO V
120 PRINT " VARIABLE";J;
130 INPUT X(J+1)
131 M = INT (T)
140 NEXT J
150 PRINT "DEPENDIENT VARIABLE" ;
160 INPUT X(V+2)
170 FOR K=1 TO V+1
180 FOR L=1 TO V+2
190 A(K,L) = A(K,L)+ X(K) * X(L)
200 S(K) = A(K,V+2)
210 NEXT L
220 NEXT K
230 S(V+2) = S(V+2) + X(V+2) ^ 2
240 NEXT I
250 FOR I = 2 TO V + 1
260 T(I) = A(1,I)
270 NEXT I
280 FOR I = 1 TO V+1
290 J=I
300 IF A(J,I) = 0 THEN 340
310 IF J = V+1 THEN 300
310 PRINT "NO UNIQUE SOLUCION"
330 GO TO 810
340 FOR K=1 TO V+2
350 B=A(I,K)
360 A(I,K) = A(J,K)
360 A(I,K) = A(J,K)
370 A(J,K) = B
380 NEXT K
390 Z=1/A(I,I)
400 FOR K= 1 TO V+2
410 A(I,K)=Z*A(I,K)
420 NEXT K
430 FOR J=1 TO V + 1
440 IF J=1 THEN 490
450 Z = -A (J,I)

```

```

460 FOR K=1 TO V + 2
470 A(J,K) = A(J,K) + Z * A(I,K)
480 NEXT K
490 NEXT J
500 NEXT I
510 PRINT
520 PRINT "EQUATIONS COEFFICIENTS:"
525 PRINT "          CONSTANT:" A(1, V+2)
530 FOR I=2 TO V + 1
540 PRINT "VARIABLE("; I - 1;):";A(I,V + 2)
550 NEXT I
560 P=0
570 FOR I=2 TO V + 1
580 P = P + A(I, V + 2) * (S(I) - T(I) * S(1)/N)
590 NEXT I
600 R = S(V + 2) - S(1) * 2/N
610 Z = R - P
620 L = N - V - 1
630 I = P/V
640 PRINT
650 I = P/R
660 PRINT "COEFFICIENT OF ";
661 PRINT "DETERMINATION"
665 PRINT "          (R^2) ="; I
670 PRINT "COEFFICIENT OF MULTIPLE"
675 PRINT "CORRELATION = "; SQR (I)
680 PRINT "STANDAR ERROR OF ESTIMATE = " ;
681 PRINT SQR (ABS (Z/L))
690 PRINT
700 PRINT "INTERPOLATION: " ;
701 PRINT "(ENTER 0 TO END PROGRAM)"
710 P = A(1, V + 2)
720 FOR J = 1 TO V
730 PRINT "VARIABLE" ; J ;
740 INPUT X
750 IF X = 0 THEN 810
760 P = P + A(J + 1, V + 2) * X
770 NEXT J
780 PRINT "DEPENDENT VARIABLE ="; P
790 PRINT
800 GOTO 710
810 PRINT : PRINT : PRINT "END OF PROGRAM"
820 END

```