

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

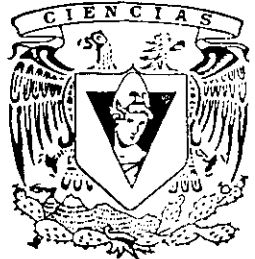


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA
SOBRE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE
HEMBRAS DE CAMARON AZUL (*Litopenaeus
stylirostris*), EN UN LABORATORIO DE
PRODUCCION DE POSTLARVAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JOSE POPOCA HERNANDEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM



DIRECTOR DE ESTUDIOS PROFESIONALES: DR. HECTOR GARIBUÑO ARGUETA

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"Efecto del aumento de la temperatura sobre la actividad repro-
ductiva de hembras de camarón azul (Litopenaeus stylirostris),
en un laboratorio de producción de postlarvas".

realizado por José Popoca Hernández

con número de cuenta 9251713-0 , pasante de la carrera de Biología .

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Héctor Garduño Argueta

Propietario

Biol. María de Lourdes Barbosa Saldaña

Propietario

M. en C. María Estela Pérez Cruz

Suplente

Biol. David Salinas Torrez

Suplente

Biol. Rebeca María López Rivas

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Edna María Suárez Díaz
Consejo Departamental de Biología
Dra. Edna María Suárez Díaz



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGÍA

[Handwritten signatures and initials]

Allá en el lago de humo
Donde un día Orión se asfixio
Los unicornios llevan en el lomo
Las sandalias del que escribió

Muerte has de llevarme un día
Y solo quedaran los ayeres,
Un archivo en la memoria
De los que se queden.

Vida hazme digno de ti.

Popoca.

La presente está dedicada a mi familia por haberme brindado su apoyo y confianza a lo largo de mi trayecto de estudiante.

En Principio a mi noble Madre Magdalena Hernández Ramírez por su gran cariño y confianza.

A mi gran hermana Claudia, por su paciente confianza depositada en mí.

A mi Padre Benjamín Popoca Alvarado.

A mis hermanos:

Amador
Reyna
Victorina
Pascual
Hugo
Samuel

A todos mis sobrinos, en especial a:

Rocío
Alma
Nahum
Alejandro
Lilia
Fernando
Simón
Isaac
Samuel

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad que me dio para realizar mi formación profesional.

Al "Laboratorio Generación Cincuenta" por haber permitido mi estancia en sus instalaciones y poder realizar este trabajo.

A mi Director de tesis Dr. Héctor Garduño Argueta por su valioso e incondicional apoyo para la realización de ésta tesis. Gracias por la paciencia y el tiempo que dedicó para que fuera posible.

A la Bióloga María de Lourdes Barbosa Saldaña por su paciente contribución en la corrección y mejoramiento de éste trabajo.

A los biólogos María Estela Pérez Cruz, Rebeca María López Rivas y David Salinas Torrez por aceptar revisar esta tesis. Gracias.

Muy en especial al amigo Biólogo Marco A. Castro Mota.

A mis amigos: Rene, Charly, Alejandro, Laura, Pedro, Lulú, Rafas, Rogelio, Andrés, Virgilio, Betzabe, Rodolfo, Roberto, Fernando, Gaby, Polo, Rafa, Rulo, Pique, Iliana, Ivette, Ernestina, Olga, Decire, Carmina y a todos los que escapan a mi memoria

A todos aquellos anónimos de las bibliotecas y demás dependencias de la Universidad.

A esta voluntad de realizar las cosas que nunca me hizo a un lado.

CONTENIDO.

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	6
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
3. RESULTADOS.....	14
4. DISCUSIÓN.....	20
5. CONCLUSIONES.....	26
6. RECOMENDACIONES.....	27
7. LITERATURA CITADA.....	28

RESUMEN

Se investigó el efecto del aumento de temperatura del agua en la producción de larvas nauplio del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*). Hembras ablacionadas y machos no ablacionados de entre 18 y 20 meses de edad se colocaron en tanques de maduración a una temperatura que varió naturalmente de 28.5 a 32°C. Se consideraron dos intervalos térmicos, de 28.5 a 30° y 30.5 a 32°C. Se examinaron tanto el número promedio de hembras fecundadas por noche como la producción promedio de larvas nauplio producidos para cada intervalo de temperatura.

Se observó un efecto negativo por el aumento de la temperatura tanto en la captura de hembras fecundadas como en la producción de larva nauplio. Se registró un mayor número de hembras fecundadas por noche (68.1%) y una mayor producción de nauplio en el intervalo de 28.5 a 30°C. En el intervalo de 30.5 a 32°C. la captura de hembras fecundadas disminuyó notoriamente (31.9%) y la producción de larvas nauplio por hembra también disminuyó, registrándose diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre los dos intervalos.

1. INTRODUCCIÓN.

Hasta hace algunos años la explotación del camarón en México se había sustentado en la extracción en alta mar y esteros tanto del Golfo de México como del Océano Pacífico (Gómez y de La Lanza, 1992), pero debido a los problemas de sobreexplotación del recurso, la actividad acuacultural del camarón comenzó a tomar importancia, registrándose un crecimiento rápido y continuo en las últimas dos décadas. La camaronicultura se inició dentro de proyectos de investigación en instituciones educativas y con la ayuda e interés de dependencias gubernamentales y empresas particulares (Garduño-Argueta, 1995). Posteriormente, el gobierno promovió el semicultivo en el sur de Sinaloa y norte de Nayarit utilizando postlarvas silvestres. En un principio eran capturadas en la boca de los esteros, pero el aumento del número de granjas ocasionó una sobreexplotación que estaba perjudicando a las poblaciones y a la pesquería artesanal. Para resolver este problema el gobierno reglamentó en 1991 la extracción de postlarvas con fines de cultivo (D.O.F., 1991). Sin embargo, actualmente existen laboratorios que dominan la técnica del cultivo de postlarvas de camarón. Estos laboratorios cuentan con una biotecnología que comenzó a funcionar con hembras silvestres, pero ahora se obtienen reproductores desarrollados en las granjas. A pesar de los avances de la tecnología del cultivo, todavía es necesario realizar estudios para asegurar la cantidad y calidad de las postlarvas, lo cual está íntimamente ligado con la calidad de los reproductores y las condiciones en las cuales se efectúa la reproducción. Los principales aspectos que se consideran para el cultivo de una especie son sus características productivas y adaptación a la vida en cautiverio. Dentro de las especies que reúnen dichas características está el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Pérez-Farfante y Kensley, 1997, antes *Penaeus stylirostris*, Stimpson) que es una especie nativa de la costa americana del Pacífico. Su distribución abarca desde el Golfo de California en México, hasta las costas del Perú, alcanza su talla comercial de 20 g. en un tiempo de 4 a 6 meses

de edad, puede reproducirse fácilmente en cautiverio comportándose como un buen reproductor por el rendimiento de sus desoves (Martínez, 1993).

Algunos laboratorios tales como AquaNova, Thaimex, Super Shrimp y Generación Cincuenta, entre otros, han implementado métodos y tecnologías que han permitido tener un control más preciso de la producción en cautiverio para obtener una mayor sobrevivencia. Sin embargo, la actividad camaronícola que se desarrolla en las costas de los estados de Sinaloa y Sonora presenta problemas de eficiencia y calidad debido principalmente al aumento de temperatura (por arriba de los 30°C) y salinidad del agua (más de 35‰) durante el verano y una disminución de la temperatura durante el invierno (por debajo de los 20°C). Estos cambios ambientales afectan directamente a los ciclos de producción de los laboratorios y estos a su vez los de las granjas camaronícolas. Generalmente el principal ciclo de producción de las granjas comienza en agosto, por lo que los laboratorios tienen que iniciar su ciclo en el mes de julio, tiempo para el cual las condiciones de temperatura del agua (más de 30°C) no son las óptimas para la producción de postlarvas.

Regularmente, los laboratorios que cuentan con sistema de calentamiento que les permite elevar la temperatura del agua, comienzan a operar en diciembre, enero o febrero, manteniendo una temperatura entre 28.5 y 29.5°C. Así operan hasta finales de junio y principios de julio cuando la temperatura del agua se incrementa de forma natural hasta 32°C. sin pasar por el sistema de calentamiento. Este incremento drástico de temperatura representa un problema para los laboratorios ya que se registra baja cantidad de desoves y por lo tanto baja cantidad de larvas.

La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes para todos los organismos acuáticos; influye en la oxigenación de las aguas, en la productividad primaria, fuente de alimento para los cultivos en mar abierto, en la reproducción y en el

crecimiento de las especies. Todos los organismos tienen la capacidad para resistir a cambios de temperatura, dicha capacidad es conocida como "tolerancia térmica" (Criales y Chung, 1980). En general las temperaturas máximas, así como las intensidades y duración de los shocks térmicos tolerados, difieren para cada especie considerada en función de su adaptación fisiológica. El aumento de la temperatura del agua conlleva a un incremento del metabolismo de los organismos y, por consiguiente, de sus necesidades energéticas. La temperatura, asociada a otros parámetros fisicoquímicos tales como la salinidad y el fotoperiodo, desempeña un papel determinante en el desarrollo de los ciclos sexuales, desde la gametogénesis hasta la supervivencia de los estados larvarios (Alzieu, 1991)

1.1 ANTECEDENTES.

Existen pocos trabajos sobre la relación específica entre la temperatura y reproducción de peneidos en condiciones de cautiverio, sin embargo hay reportes en los que la manipulación de temperatura y otros factores han servido para la estimulación de la maduración y desove de varias especies de camarón (Chamberlain y Gervais, 1984, Browdy y Samocha 1985). Holtschmit y Romero (1991) en su trabajo realizado con *Litopenaeus stylirostris* mencionan que el incremento de la temperatura de 26.9 a 29.7°C en combinación con alta salinidad (44‰) provoca la debilidad del camarón y lo hace más susceptible al síndrome del espermátforo necrosado promoviendo efectos adversos en la actividad reproductiva. Se han realizado trabajos de cambios de temperatura en diferentes etapas del ciclo de vida de los camarones; Deering y Fielder (1995) reportaron en su trabajo un efecto negativo en el crecimiento de juveniles de camarón *Penaeus monodon* a 32°C y obtuvieron un crecimiento óptimo entre los 27.5 y 32°C. Lumare (1981) reportó que el mejor incremento de la madurez ovárica de *Penaeus japonicus* (49.6 a 62.1 %) ocurrió inmediatamente después del periodo de latencia de 35 días

causado por la reducción de la temperatura a 17.5°C. Ramos *et al.* (1994) reportaron en su trabajo de producción de nauplio de *Litopenaeus schmitti*, que lo que más afecta a la actividad reproductiva de los camarones es la variación de la temperatura, la disminución de dicha actividad se dio durante la temporada invernal cuando registró un promedio de 24°C; y por arriba de los 29°C los animales murieron. Kelemec y Smith (1984) lograron retrasar el desove de *Penaeus plebejus* manteniéndolo entre 10 y 15°C. Hanson y Goodwin (1977) mantuvieron a *L. vannamei*, *L. stylirostris* y *L. occidentalis* entre 18 y 22°C. para fines de traslado de un lugar a otro, especificando que *L. stylirostris* no toleró el enfriamiento rápido de los 30°C a los 19°C, y que la temperatura de transporte para estas especies está entre 21 y 22°C.

Lawrence *et al.* (1980) reportaron resultados exitosos en su trabajo de maduración y reproducción de *L. setiferus* a temperatura de 27 a 31°C con un porcentaje de hasta 75% de crías por desove. En un estudio de abundancia y maduración de camarones en la costa sur de Sinaloa realizado por Garduño-Argueta y Calderón-Pérez (1994) observaron que las especies de *Litopenaeus* tuvieron una asociación muy estrecha con la temperatura, pues las máximas proporciones de hembras maduras correspondieron con las máximas temperaturas de 31°C.

En la práctica acuícola, desde que surgieron los laboratorios de producción de postlarvas de camarón se ha observado que la temperatura tiene una influencia directa sobre la maduración y la producción de larva, lo cual ha obligado a realizar estudios y/o técnicas que ayuden a superar situaciones adversas. Como por ejemplo, en el laboratorio "Generación Cincuenta" que se encuentra en Sinaloa, se han observado variaciones de temperatura del agua con promedios por arriba de los 30°C durante el verano y descensos por debajo de los 21°C durante el invierno, ésto influye directamente en su eficiencia y calidad de producción, ya que se ha visto en la necesidad de dejar de operar por no poder producir la cantidad y calidad de nauplio y postlarvas que le haga rentable

su operación. En el año de 1997 este laboratorio intentó producir postlarvas para satisfacer la demanda de granjas camaronícolas durante el mes de agosto, pero se presentaron problemas de deficiencias en sus reproductores, los cuales disminuyeron su calidad de desoves, por lo que no pudo satisfacer la demanda.

Considerando esta problemática y bajo la hipótesis de que el aumento de la temperatura en el agua afecta tanto la actividad reproductiva de las hembras como la producción de nauplio, se plantean los siguientes objetivos.

1.2 OBJETIVOS.

Objetivo General:

Conocer el efecto del aumento de temperatura del agua en la producción de larva nauplio del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).

Objetivos particulares:

1. Estimar la influencia de la temperatura en la fecundidad de hembras maduras de camarón.
2. Determinar la influencia de la temperatura en la producción de larva nauplio en un laboratorio de producción de postlarvas de camarón.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó dentro las áreas de maduración y desove de las instalaciones del Laboratorio Generación Cincuenta S.A. de C. V., ubicado en la Playa Caimanero, Municipio El Rosario, Sinaloa, México.

Para este estudio se dispuso de 1,800 camarones azules (*Litopenaeus stylirostris*) de ambos sexos, maduros sexualmente, de 18 a 20 meses de edad; se distribuyeron en 20 tanques circulares de maduración con 2 mil a 3 mil litros de agua de mar a una densidad de 3 organismos/10 litros de agua y proporción sexual de 1:1 en cada tanque. Estos tanques median 2.5 m de radio, altura de 0.9 m, desnivel de 4.5% hacia el centro y protegidos con un plástico (liner) impermeable color negro, de 5 mm. de grosor. Se mantuvieron con un flujo constante realizándose un recambio diario del 100%. El nivel fue mantenido por la altura de un tubo de PVC de 55 cm de altura colocado al centro del tanque, este tubo embonaba a un codo de PVC fijo al piso y sellado por su entorno con el plástico, además estaba cubierto con otro tubo de PVC de mayor diámetro y con una red en la parte superior para evitar el escape de los camarones. Las hembras fueron previamente ablacionadas (disectadas de un pedúnculo ocular) de acuerdo al procedimiento descrito por Primavera (1978) para estimular la madurez gonadal. Se les proporcionó una dieta al 14 % de su biomasa, elaborada con calamar (*Loligo* sp.), mejillón (*Mytilus* sp.), poliqueto (*Amphitrite* sp) y *Artemia salina* congelada. Esta dieta se distribuyó en cuatro raciones durante las 24 hrs. del día, tal como se muestra en la **Tabla 1.**

Alimento fresco	Hora				% Total
	08:00	14:00	20:00	02:00	
<i>A. salina</i>	0.64%	0.64%	1.75%	0.64%	
Mejillón	2.86%				
Poliqueto		2.86%		1.43%	
Calamar			1.75%	1.43%	
Subtotal	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	14 %

Tabla 1.- Composición y proporción de la dieta alimenticia suministrada a los reproductores en relación a su biomasa, en los diferentes horarios.

Se utilizó fotoperiodo natural de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad, la salinidad fue constante a 32‰ y el pH de 8, ambos parámetros se midieron cada 12 horas con un refractómetro portátil y un potenciómetro, respectivamente. El agua se mantuvo aireada con un soplador conectado mediante mangueras y piedras aireadoras. La temperatura se midió cada hora día y noche con un termómetro manual en un período de 36 días.

Se utilizaron cuatro jaulas hechas de PVC y malla (1 cm de luz) de 1x 0.80 x 0.60m que sirvieron para separar reproductores cuando se realizaron actividades de conteo de organismos y revisión de machos y/o actividades de limpieza; además se utilizó hipoclorito de sodio en polvo y tiosulfato de sodio como neutralizador del cloro. Cabe mencionar que de los 20 tanques de maduración se utilizaron 2 para aclimatación de reproductores.

Entre las 4 y 5 p.m. se retiraron las mangueras aireadoras de los tanques de maduración, para permitir la actividad de apareamiento entre los reproductores, después, entre las 8 y 9:30 p.m. se capturaron las hembras maduras que presentaban el espermatóforo adherido al tético utilizando una red de cuchara (1 cm de luz de malla) de 30 cm de diámetro con

un mango de 2 m de largo y una lámpara eléctrica de 100 watts. Se realizó un registro del origen y destino de las hembras fecundadas, y se transportaron por separado en una cubeta con agua a los tanques de desove (Rotoplas[®] color negro con tapa) previamente preparados con 400 litros de agua de mar y una solución de sal disódica (quelante) de ácido etilendiaminotetrácico (EDTA) a una concentración de 0.8 ppm, a temperatura de 28.5 a 29.5°C. y aireación con flujo suave. Se colocaron de 1 a 2 hembras por tanque, en esta área los tanques estaban instalados en una mesa de concreto de 0.60 m de altura, con un desnivel hacia el centro y un orificio por el cual salía un tubo de PVC que se conectaba a la base del tanque, el otro extremo de este tubo contenía una válvula que se utilizaba para regular el nivel del agua y por la cual también se cosechaba el huevo (Fig.1).

El área de desove está integrada por 44 tanques, además de 6 tanques para eclosión con las mismas características.

Después de terminada la captura de hembras maduras, se introdujeron nuevamente las mangueras aireadoras a los tanques de maduración. Las hembras capturadas permanecieron en los tanques de desove alrededor de 3 a 4 hr. para dar tiempo a que desovaran y después se regresaron a su tanque de maduración. Se aumentó la aireación en los tanques de desove para mantener los huevos suspendidos en la columna de agua.

Entre 9 y 10 horas después del desove se cosecharon los huevos para trasladarlos a los tanques de eclosión. Los huevos fueron cosechados en una cubeta-filtro de 19 litros con luz de malla de 100 micras. Este filtro se instaló dentro de una caja de plástico de aproximadamente 60 litros que se colocó bajo la mesa de concreto donde están los tanques, esta caja debía tener ranuras en los costados para dejar salir el agua al momento

de estar cosechando, después, se conectó a la válvula del tanque una manguera transparente de 2.5 cm de diámetro y de 50 a 60 cm de largo, el otro extremo de la manguera se colocó dentro del filtro para en seguida regular el flujo del agua que ayudara a vaciar el huevo del tanque.

Este flujo debía ser suave para no dañar el huevo. Una vez que se terminó el flujo del tanque, se le roció agua con un vaso de 1.5 litros para sacar todo el huevo que pudiera quedarse pegado a la pared o en la tubería, después de ser cosechado se colocó en cubetas de diecinueve litros y se transportó a los tanques de eclosión.

Los huevos se pusieron a eclosionar (siembra) en los tanques designados, llenados con 400 litros de agua de mar y una solución 0.8 ppm de EDTA, a temperatura de 29°C y una alta aireación para mantener a los huevos en la columna de agua.

Hubo dos tiempos de cosecha de nauplio, la primera se realizó a las 15 hr. y la segunda a las 27 hr. después de la siembra, aprovechando el fototropismo positivo que presenta la larva. Antes de comenzar a cosechar se realizó un sifoneo del sedimento precipitado con la finalidad de eliminar la materia orgánica indeseable y extraer el nauplio limpio. Para la cosecha del nauplio se preparó una cubeta-filtro dentro de una caja de plástico con 40 litros de agua aproximadamente, a temperatura ambiente y una manguera aireadora con flujo suave dentro del filtro para recibir los nauplios. Se retiraron las mangueras aireadoras y se apagaron las luces de la sala a la vez que se colocaron focos encendidos que se encontraban sobre los tanques y dentro de un tubo de PVC de un metro de largo, éste contaba con una reducción del diámetro en un extremo que sólo dejaba pasar un rayo de luz hacia el interior del tanque. Se hizo circular el agua manualmente para crear una corriente que distribuyera a los nauplios en forma homogénea, luego se reguló la intensidad de la luz que debía ser alta al inicio de la cosecha y se dejó reposar de 5 a 10 minutos para después retirar el foco y comenzar a cosechar. Con ayuda de una lámpara

sorda y una manguera de 0.7 centímetros de diámetro por 2.5m de largo se succionaron los nauplios que se agruparon hacia el rayo de luz, éstos se virtieron en el filtro que se colocó dentro de la caja de plástico, el extremo de la manguera con que se succionaron los nauplios se mantuvo entre 1.5 y 2.5 cm. aproximadamente por abajo del nivel del agua.

Cuando se terminó de succionar el nauplio que se encontraba hacia la superficie, se volvió a colocar el foco disminuyendo la intensidad de luz y se prosiguió con los demás tanques haciendo la misma operación, este proceso se realizó 2 o 3 veces, hasta el punto en que la cantidad de nauplio que se juntó hacia el rayo de luz no era considerable. Fue importante cambiar de filtro cuando la densidad de organismos era muy alta, esto se podía constatar cuando el color del agua era pardo y cuando el flujo de agua a través de la malla disminuía por la acumulación del nauplio en ella.

Una vez que se terminó de cosechar el nauplio, se distribuyó en cubetas con 15 litros de agua de mar a temperatura ambiente y a una densidad aproximada de 300 mil a 500 mil nauplios en cada cubeta. El conteo se realizó tomando tres alícuotas de cada cubeta con una pipeta de 1 ml. en la cual se contaron a contra luz los nauplios contenidos y se extrapolaron a los 15 litros de cada cubeta. El conteo utilizado es el que comúnmente se utiliza en los laboratorios comerciales y por acuerdo entre los mismos el error que ellos aceptan va del 6 al 10 % (Peiro, com. per.). Se registró la mortalidad de los camarones como dato complementario.

Se usaron los programas estadísticos Jump y Excell para el análisis de los resultados. Se realizó un análisis de varianza con dos criterios de clasificación con interacción para conocer la influencia de la temperatura y el tiempo de cosecha en la producción de nauplio por hembra, tomando como variables el número promedio de nauplios producidos por hembra, dos intervalos de temperatura(28.5 a 30° y 30.5 a 32°C) y 2

tiempos de cosecha (15 y 27 h. después de la siembra). Se realizó un análisis de regresión lineal para probar la influencia de la temperatura en el número de hembras fecundadas, en el cual las variables que se tomaron en cuenta fueron el número promedio de hembras diarias y el promedio diario de temperatura.

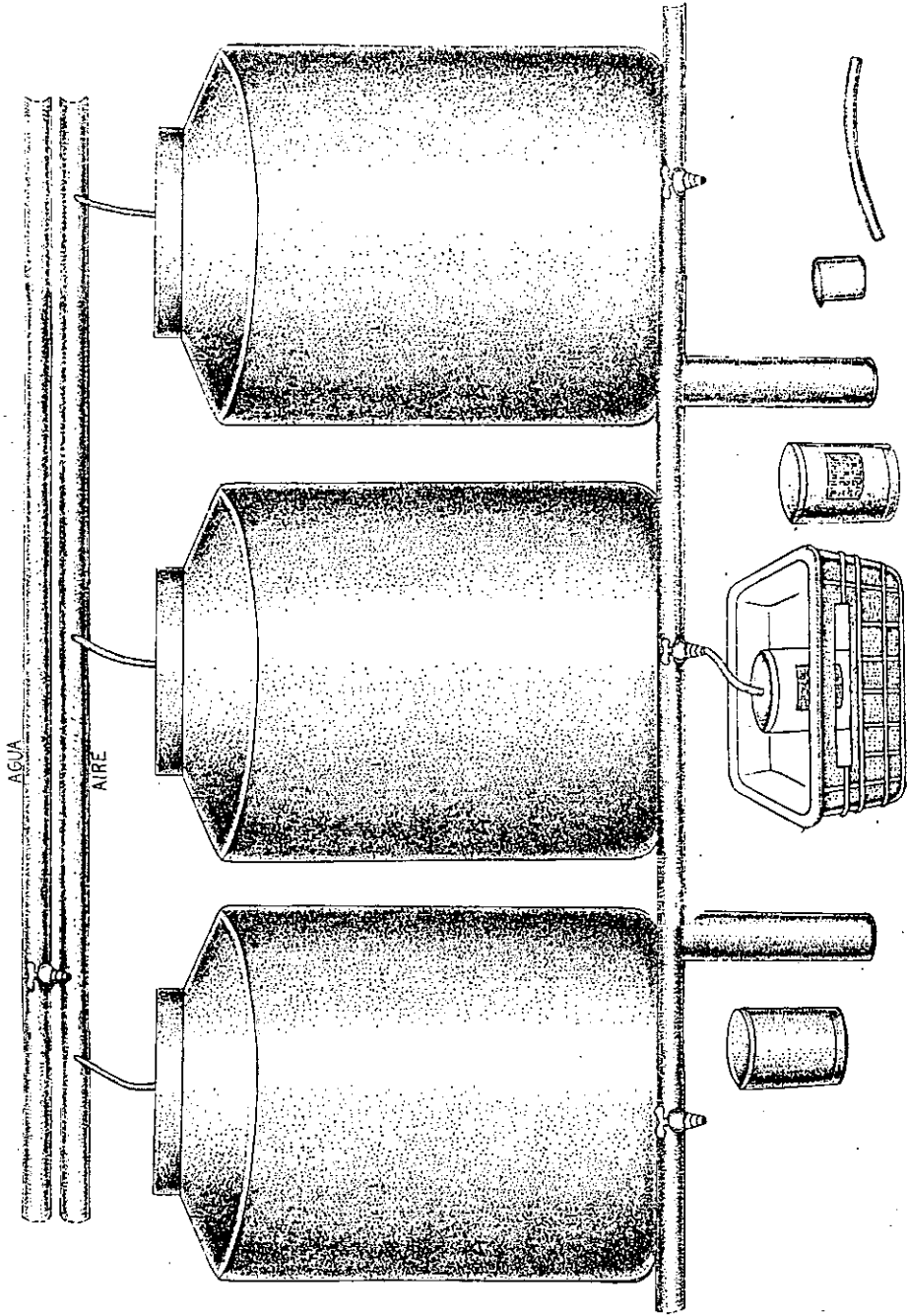


Figura 1. Tanques de desove y equipo de cosecha.

3. RESULTADOS.

Durante el tiempo de observación se diferenciaron 2 periodos, en el primero se registró un intervalo de temperatura de 28.5 a 30°C y en el segundo de 30.5 a 31.9°C, con un rango de 1.5 y 1.4°C, respectivamente. La temperatura promedio para el primer período fue de 29°C; mientras que para el segundo fue de 31.4°C (Tabla 2).

Primer período		Segundo período	
Días	Temperatura Promedio \pm desvest	Días	Temperatura Promedio \pm desvest
1	28.5 \pm 0.5	18	31 \pm 0.3
2	28.5 \pm 0.5	19	31 \pm 0.3
3	28.5 \pm 0.5	20	31.5 \pm 0.3
4	28.5 \pm 0.5	21	31 \pm 0.3
5	28.5 \pm 0.5	22	31 \pm 0.3
6	28.5 \pm 0.5	23	31.5 \pm 0.3
7	28.5 \pm 0.5	24	31.7 \pm 0.3
8	29 \pm 0.5	25	31.5 \pm 0.3
9	29 \pm 0.5	26	31.5 \pm 0.3
10	29.5 \pm 0.5	27	31.7 \pm 0.3
11	29.5 \pm 0.5	28	31.5 \pm 0.3
12	29.5 \pm 0.5	29	31.5 \pm 0.3
13	29.3 \pm 0.5	30	31.8 \pm 0.3
14	29.3 \pm 0.5	31	31.9 \pm 0.3
15	29.5 \pm 0.5	32	31.5 \pm 0.3
16	29.7 \pm 0.5	33	31.5 \pm 0.3
17	30 \pm 0.5	34	31.5 \pm 0.3
		35	31.3 \pm 0.3
		36	31.3 \pm 0.3
PROM.	29	PROM	31.4

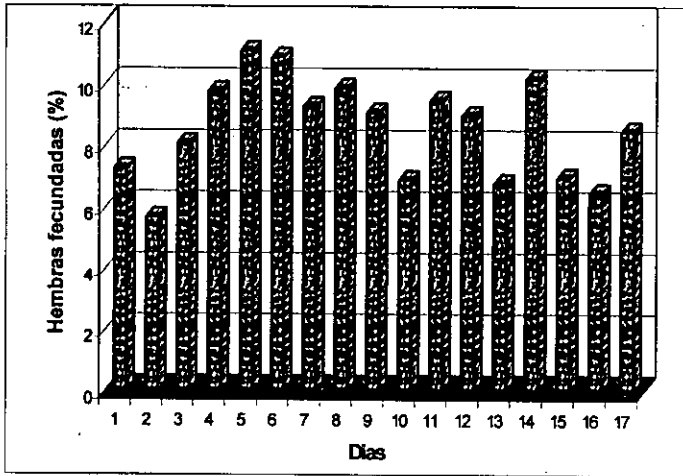
Tabla 2. Registro de promedios diarios de temperatura en tanques de maduración.

La cantidad de hembras fecundadas diariamente con relación a la temperatura, fue muy diferente en los 2 intervalos; en el de 28.5 a 30°C. (Fig. 2a) se registraron relativamente altos porcentajes, el máximo se observó al día 5 con un 11% y se mantuvo en un promedio de 8.5 % durante los 17 días del periodo; en el segundo periodo (Fig. 2b) de 30.5 a 31.9°C. declinó notablemente el porcentaje de hembras fecundadas diariamente, teniendo un promedio de sólo 4.3%. El análisis de regresión lineal mostró que el número de hembras fecundadas diariamente tuvo una relación inversamente proporcional significativa con la temperatura ($P < 0.0001$), con un coeficiente de regresión de -0.02. (Fig. 3).

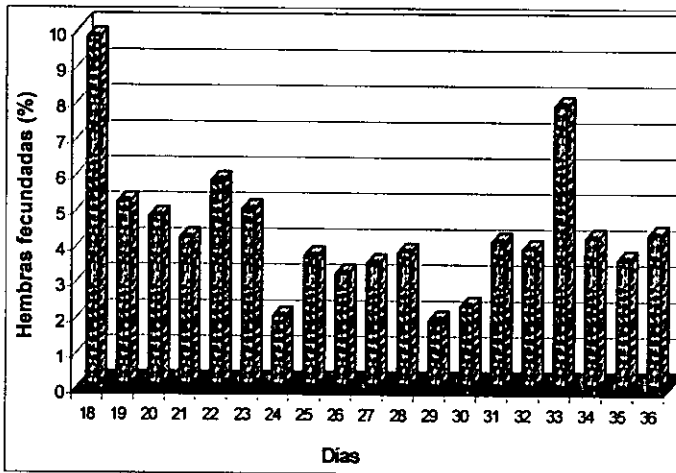
Respecto al porcentaje total de hembras fecundadas en cada intervalo de temperatura, se observó que en el primero (de 28.5 a 30°C) se registró el 68.1 %, mientras que en el segundo (30.5 a 31.9°C) fue de tan solo el 31.9 % (Fig. 4)

El análisis de varianza de dos criterios de clasificación con interacción realizado con la producción de nauplio registrado para cada hembra, mostró que la interacción entre la temperatura y el tiempo de cosecha no fue significativa ($p = 0.8137$), así como los tiempos de cosecha no representaron un factor que halla determinado la cantidad de nauplios cosechados por hembra ($p = 0.9327$); sin embargo, si existieron diferencias significativas entre las dos temperaturas ($p = 0.0001$), se observó una mayor eficiencia en las hembras que se capturaron en las temperaturas de 28.5 a 30°C con 157,353 nauplios/hembra y en las hembras capturadas a mayor temperatura la producción de nauplios estuvo muy por debajo de lo que podría considerarse aceptable con 76,655 nauplios/hembra. La excepción fue el día 18 cuando se registró una alta producción de nauplios por hembra (112,790) a temperatura de 31° C.

La mortalidad registrada durante el primer período fue de 2.5% para las hembras y de 1.4% para los machos, en el segundo período se registró 5% y 3.6%, respectivamente. Cabe mencionar que en el día 25 se realizó una revisión de los machos y se desecharon aquellos que presentaron espermátforo necrosado, haciendo un total de 15 los que se retiraron.



(a) de 28.5 a 30°C.



(b) de 30.5 a 32°C.

Figura 2. Porcentaje diario de hembras fecundadas en los dos intervalos de temperatura: (a) de 28.5 a 30°C y (b) de 30.5 a 32°C.

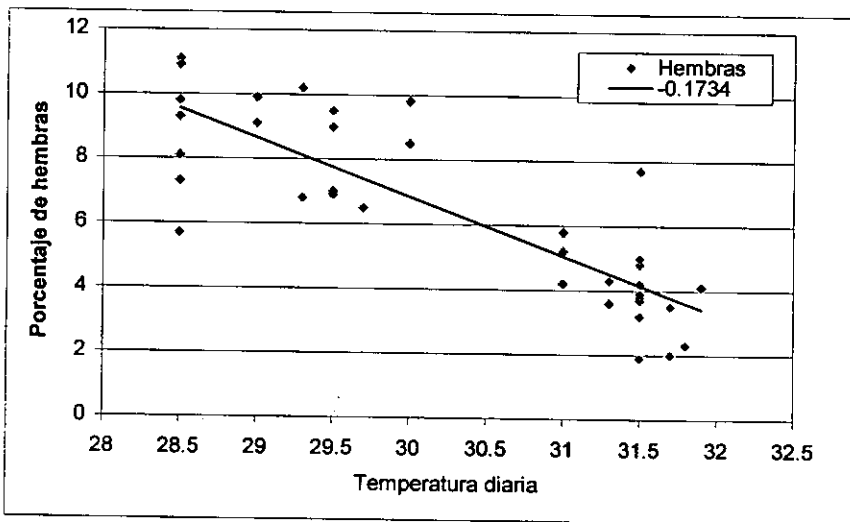


Figura 3. Regresión lineal entre el número de hembras fecundadas y la temperatura.

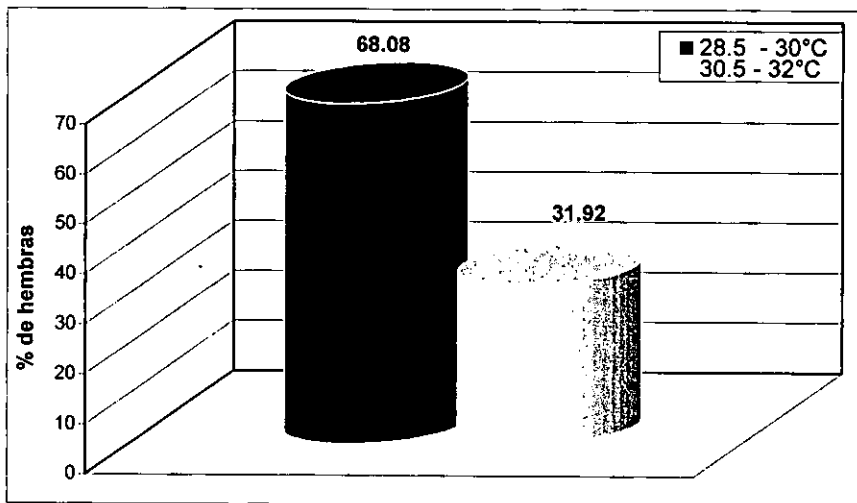


Figura 4. Porcentaje de hembras fecundadas en los dos intervalos de temperatura.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

4. DISCUSIÓN.

Dentro de los factores que se han considerado más importantes para la explotación de organismos acuáticos está la temperatura, la cuál influye directamente en la fisiología de los organismos (Bray y Lawrence, 1992). A baja temperatura el desarrollo larval no ocurre, ésto está bien identificado en muchas especies de interés en acuicultura. Cuando la temperatura se incrementa por arriba del mínimo, la tasa de desarrollo también se incrementa. Sin embargo, cuando se incrementa la temperatura a la que se encuentran huevos y larvas por arriba del máximo, ocurre un desarrollo anormal; y la tasa de mortalidad aumenta. Si los animales se exponen a cambios rápidos de temperatura del agua, el resultado es el choque térmico. El estrés asociado con tales choques puede debilitar el sistema inmune reduciendo la resistencia de los animales a las enfermedades; y en casos severos el choque puede causar la muerte (Stickney, 1994).

Aunque el manejo de factores ambientales tales como la temperatura y el fotoperiodo han proporcionado condiciones adecuadas para la reproducción de algunos crustáceos y teleósteos (Robertson *et al*, 1991), existen pocos trabajos sobre la relación específica entre temperatura y reproducción de peneidos. Se han utilizado bajas temperaturas para retrasar el desove y altas para estimular el desove de hembras maduras, tanto en especies de télico abierto (género *Litopenaeus*) como de télico cerrado (*Farfantepenaeus*). En el caso específico de *L. stylirostris* existen trabajos en donde se ha reportado la utilización de temperaturas que van de 18 a 31°C.

Brown *et al.* (1980) realizaron trabajos de maduración y desove de *L. stylirostris* ablacionados, bajo condiciones controladas, a temperatura entre 29 y 30°C., obteniendo maduración y desoves satisfactorios con un 50% en promedio de tasa de eclosión. También en este trabajo se observó un buen desempeño reproductivo en ese intervalo de temperatura, pero al rebasar dicho intervalo (30°C) la captura de hembras copuladas

comenzó a disminuir y la producción de nauplio también disminuyó. Por otro lado, Chamberlain y Lawrence (1981a) trabajaron con *L. vannamei* y *L. stylirostris* para conocer la maduración, reproducción y crecimiento aplicando una dieta de alimento natural a una temperatura de 27°C. Mencionan que a pesar de la disminución de la temperatura hasta 23°C, la maduración y el desove no tuvieron efectos negativos. En otro trabajo (Chamberlain y Lawrence, 1981b) utilizaron las mismas especies para conocer el efecto de la intensidad luminosa en la reproducción de hembras y machos ablacionados a temperatura entre 23.5 y 28.5°C, observando una relación con la intensidad luminosa, en la que *L. stylirostris* maduraba y desovaba con más frecuencia con penumbra y con luz de tragaluz, pero no lo relacionaron con la temperatura. Sin embargo, sus reportes junto con los resultados obtenidos en este trabajo ayudan a conocer la capacidad de tolerancia y/o adaptación que tiene esta especie a los diferentes factores para la reproducción, además de que se confirman las condiciones óptimas para la misma.

Holtschmit y Romero (1991) realizaron un trabajo de maduración y desove con *P. stylirostris* dentro de condiciones hipersalinas, alta turbidez y temperatura de 27.8°C con un aumento a 30.5°C. Obtuvieron resultados que indican que la salinidad y la turbidez aparentemente no tienen influencia sobre la madurez y desove. Además mencionan que el número de hembras copuladas diariamente y la proporción de desoves diarios disminuyeron con el tiempo, lo cual es similar a lo registrado en éste trabajo. Aunque en nuestros resultados se observó la disminución de hembras fecundadas conforme aumentó la temperatura, no se descarta la posibilidad de que sea también el tiempo el que influyó. Asimismo, esos autores indican que dicho descenso se puede deber más a los machos que a las hembras, ya que identificaron machos con espermatóforo necrosado. Estos autores opinan que el aumento de la temperatura en combinación con el aumento de la salinidad provoca la debilidad de los camarones haciéndolos más susceptibles al síndrome del espermatóforo necrosado, promoviendo efectos adversos en la actividad reproductiva. Lo

anterior es importante para la interpretación de nuestros resultados, ya que también se localizaron machos con espermátforo necrosado aunque no se desarrolló un estudio específico para dicho factor. Otra opinión que dan es que el número de huevos y nauplios producidos depende de factores tales como el tamaño de las hembras, fertilidad de los machos, ablación ocular y probablemente de la procedencia de los camarones, si provienen del medio silvestre o de alguna granja. Dichos factores no fueron considerados en el presente trabajo.

Robertson *et al.* (1991) realizaron un trabajo de variación de temperatura para conocer la respuesta reproductiva de *L. stylirostris* ablacionado y determinar si la producción de larvas puede estimularse variando la temperatura. En ese trabajo se aplicaron cambios de 2°C a diferentes tiempos, desde los 20 hasta los 28°C, en el tratamiento "rápido" el cambio de temperatura fue de 2°C por día y en el tratamiento lento de 2°C por semana. Tuvieron un lote testigo a temperatura ambiente que promedió 27.8 ($\pm 0.9^\circ\text{C}$). Los resultados que obtuvieron fueron que el apareamiento y la producción de larvas fue mayor en el lote testigo, en el cual la temperatura varió de 24.9 a 29.3°C. En los tratamientos rápido y lento no hubo incremento notorio y sólo en el último se registró un aumento en la madurez gonadal de las hembras cuando la temperatura superó los 25°C. Esto lo atribuyeron a que dicho intervalo se acerca más al cambio estacional natural. Aunque en todos los tratamientos hubo actividad reproductiva, la mayor cantidad de hembras copuladas, desoves y producción de larva fue entre los 27 y 28°C, por lo que sugieren que la temperatura óptima para la reproducción de esta especie está en ese intervalo. Aunque los resultados de nuestro trabajo se obtuvieron en un intervalo de temperatura mayor al que ellos utilizaron, ésto confirma que la temperatura en que la reproducción de esta especie se efectúa mejor está entre los 27 y 30°C.

Existen otros trabajos que involucran el efecto de la temperatura sobre la reproducción y otros aspectos fisiológicos de los camarones que ayudan a conocer el intervalo tan

amplio en el que éstos pueden desempeñar actividades reproductivas. Hanson y Goodwin (1977) mencionan haber mantenido entre 18 y 22°C. a *L. vannamei*, *L. stylirostris* y *L. occidentalis* para fines de traslado de un lugar a otro, especificando que *L. stylirostris* no tolera el enfriamiento rápido. Lumare (1981) mantuvo a *P. japonicus* ablacionado a 17.5°C. durante 37 días, después de lo cual indujo un aumento de la madurez de 49.6 a 63.1% al aumentar la temperatura por arriba de 22°C. Browdy y Samocha (1995) en su trabajo de maduración y desove de *P semisulcatus* mencionan haber obtenido una alta producción de huevo (95,000 a 100,000) cuando la temperatura en los tanques de maduración osciló entre 22.5 y 24.5°C. Ramos *et al.* (1994) mencionan en su trabajo de producción de nauplio de *L. schmitti* que la disminución de la actividad reproductiva se dió tanto a una temperatura de 23°C como por encima de 29°C. Kelemec y Smith (1984) mantuvieron a *Penaeus plebejus* entre 10 y 15°C. logrando retrasar el desove. Lawrence *et al.* (1980) realizaron trabajos de maduración y reproducción de *L. setiferus* a temperatura de 27 a 31°C, donde reportaron maduración y desoves exitosos. Crocos *et al.* (1986) en su trabajo con *Litopenaeus esculentus* reportan que la maduración y desove de hembras no ablacionadas fueron favorecidas por las condiciones de temperatura (26°C) en los días que se les proporcionó 14.5 horas luz en comparación con las que mantuvieron a temperatura baja (20°C) y 12 horas luz; también reportaron que las hembras ablacionadas maduraron y desovaron en ambos días y en ambas temperaturas, obteniendo mejores resultados a temperatura de 26°C y 14 horas luz.

En el presente trabajo los resultados parecen indicar que la temperatura influyó en el desempeño reproductivo de las hembras desde el momento de su madurez hasta el desove, y probablemente, hasta el momento de la eclosión del huevo. Esto puede deberse al manejo que se tuvo de las hembras que se capturaron a mayores temperaturas (30.5 a 32°C), puesto que después de que se sacaban de los tanques de maduración que tenían una temperatura por arriba de los 30°C, se trasladaron a los tanques de desove cuya

temperatura oscilaba entre los 28.5 y 29.5°C,; es decir, no hubo una aclimatación previa de estas hembras para poder entrar a desovar. Esto es ciertamente lo contrario a la recomendación que hacen Browdy y Samocha (1985) de aumentar de 1 a 1.5°C para estimular el proceso de desove.

Un factor no considerado fueron los reproductores machos, ya que no se tuvo un estricto control de su estado sanitario. Simplemente se realizó una revisión para conocer el estado de melanización del espermatóforo, si se registraba de color oscuro era desechado y se sustituía por un macho sano; además, por esta misma razón no se llevo a cabo un registro de su estado reproductivo, que es un dato muy importante que debió tomarse en cuenta. La revisión de los machos que se realizó para detectar aquellos que tuvieran problemas de desarrollo gonadal no se apegó a ningún estudio que estableciera las características que debían tener los reproductores, así es que sólo se desecharon aquellos que presentaban el espermatóforo necrosado; lo ideal es que se hubieran hecho pruebas de espermatobioscopía y espermatobiometría para conocer la cantidad y calidad del semen que poseían los machos.

El mayor porcentaje de muerte reportado para las hembras se debió quizá al manejo constante al que se vieron sujetas, a los efectos adversos de la ablación del pedúnculo ocular y en particular a la predisposición a la infección bacteriana y al trauma fisiológico, resultado asociado con la aceleración del ciclo reproductivo (Robertson 1991), por lo que el menor porcentaje de mortalidad reportado para los machos se puede atribuir a que estos son poco manejados durante los períodos de explotación en este laboratorio.

Los resultados del conteo de nauplio que se realizaron a diferentes tiempos mostraron que la cantidad de larva nauplio en este trabajo no estuvo determinada por el tiempo de cosecha.

El propósito de los laboratorios es producir una gran cantidad y excelente calidad de larvas y postlarvas de camarón que satisfagan el mercado. El aporte que se haga para conocer los parámetros que influyen en la producción y sus intervalos idóneos son estudios importantes que ayudan a mejorar la producción. El presente trabajo significó un aporte al conocimiento de la influencia de la temperatura sobre la reproducción de camarones. Todavía existen muchas interrogantes sobre el efecto de los parámetros ambientales en la fisiología de los camarones peneidos, lo cual debe ser investigado si realmente se quiere que México sea una potencia en la producción camaronícola.

5. CONCLUSIONES.

1. El aumento de la temperatura en el agua por arriba de 30°C. afectó de manera negativa la fecundidad de las hembras de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*).
2. La producción de larva nauplio también disminuyó significativamente al aumentarse la temperatura por arriba de 30°C.
3. El intervalo de temperatura en el que se registraron los mejores índices de reproducción fueron entre 28.5 y 30°C.
4. El tiempo de cosecha de la larva nauplio no fue determinante en la cantidad de la misma

6. RECOMENDACIONES.

Una posible solución al problema del incremento de la temperatura es la instalación de un sistema de enfriamiento, que permita brindar las condiciones óptimas para el buen desempeño productivo de los camarones.

Tomando como base el amplio intervalo de temperatura que se ha utilizado para manipular la maduración y el desove en las distintas especies de camarón, y como parte de una estrategia para conservar en mejores condiciones a los reproductores, sería recomendable el mantenerlos en temperaturas menores (de 3 a 5°C) a las óptimas (de 27 a 30°C) durante los períodos en que no hay demanda de larva; ya que en la mayoría de los laboratorios instalados suele suceder que al ocupar todos sus tanques de larvicultura, el área de maduración tiene que detener su ciclo de producción (captura de hembras fecundadas) hasta que haya tanques disponibles en donde captar la larva nauplio que se produzca. Con esto no sólo se garantizaría la conservación de los reproductores sino también se podría tener un control más preciso en la calidad de la larva.

7. LITERATURA CITADA

- Alzieu, C. 1991. El agua. medio de cultivo. *In*: Barnabé, G. (Edit.). **Acuicultura Vol. I.** Ediciones Omega. Barcelona España. pp 3 – 4.
- Bray, W. A. and A. L. Lawrence, 1992. Reproduction of *Penaeus* species in captivity. *In* Fast, A. W. and James, L. L. (Edit.). **Marine Shrimp Culture: principles and Practices.** Elsevier Science Publishers. B.V., New York U. S. A. pp 93–150.
- Brown, A., J. P. Mcvey, B. M. Scott, T. D. Williams, B. S. Middleditch and A. L. Lawrence, 1980. The maturation and spawning of *Penaeus stylirostris* under controlled laboratory conditions. **Proceedings of the World Mariculture Society**, 11: 488-499.
- Browdy, C. L., and T. M. Samochoa, 1985. Maturation and spawning of ablated and nonablated *Penaeus semisulcatus* de Haan (1844). **Journal of the World Mariculture Society**, 16:236–249.
- Chamberlain, G. W. and A.L. Lawrence, 1981a. Maturation, reproduction, and growth of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* fed natural diets. **Journal of the World Mariculture Society**, 12 (1): 209 – 224.
- Chamberlain, G. W. and A.L. Lawrence, 1981b. Effect of light intensity and male and female eyestalk ablation on reproduction of *Penaeus stylirostris* and *P. vannamei*. **Journal of the World Mariculture Society**, 12(2): 357 – 372.

Chamberlain, G. W. and N.F. Gervais, 1984. Comparison of unilateral eyestalk ablation with environmental control for ovarian maturation of *Penaeus. stylirostris* **Journal of the World Mariculture Society**, 15: 29-30.

Criales M. M. and K. S. Chung, 1980. Tolerancia térmica en postlarvas y juveniles del camarón rosado *Penaeus brasiliensis*. **Informes Museo del Mar**, 27:1-12

Crococ, P. J. and J. D. Kerr, 1986. Factors affecting induction of maturation and spawning of the tiger prawn, *Penaeus esculentus* (Haswell), under laboratory conditions. **Aquaculture**, 58:203-214.

Deering, M. G. and D. R. Fielder, 1995. Effects of temperature of growth and protein assimilation in juvenile leader prawns *Penaeus monodon*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 26(4):265-268

Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 1991. Norma que regula la captura de postlarva silvestre de camarón con fines acuaculturales.

Fast, A. W. and J.L. Lawrence, 1992. **Marine Shrimp Culture: principles and Practices**. Elsevier Science Publishers. B.V., New York U. S. A. pp 93 – 150.

Galgani, M. L. and AQUACOP, 1989. Influence du régime alimentaire sur la reproduction en captivité de *Penaeus vannamei* et *Penaeus stylirostris*. **Aquaculture**, 80: 97-109

Gómez, E. S. y G. de la Lanza, 1992. Análisis del estado de la camaronicultura en México hasta el año de 1991. **ISBNB**. México. pp 48.

- Garduño-Argueta, H. y J. A. Calderón-Pérez, 1994. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp.) en la costa sur de Sinaloa, México. *Revista de Investigación Científica. Área Ciencias del Mar*, 5 (No. Esp. AMAC): 27-34.
- Garduño-Argueta, H., 1995. El cultivo del Camarón en México. Instituto Nacional de la Pesca. **CD ROM. CENEDIC**. Universidad de Colima. México.
- Hanson, J. A. and , H. L. Goodwin 1977. Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere. Duwden , Hutchinson and Ross Incorporated, Stroudsburg Pennsylvania. U.S.A. p. 439.
- Holtschmit, K. H. y J. M. Romero, 1991. Maturation and spawning of blue shrimp *Penaeus stylirostris* (Stimpson) under hypersaline conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, 22(1):45-50.
- Kelemec, A. J. and I. R. Smith, 1984. Effects of low temperature storage and eyestalk enucleation of gravid eastern king prawns, *Penaeus plebejus*, on spawning, egg fertilization an hatching. **Aquaculture**, 40:67-76.
- Lawrence, A. L., Y. Akamine, B. S. Middleditch, G. Chamberlain and D. Hutchins, 1980. Maturation and reproduction of *Penaeus setiferus* in captivity. **Proceedings of the World Mariculture Society**, 11:481-487.
- Lumare, F., 1981. Artificial reproduction of *Penaeus japonicus* Bate as a basis for the mass production of eggs and larvae. **Journal of the World Mariculture Society**, 2(2):335-344.
- Martínez, C.L., 1993. **Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos**. A.G.T. México pp. 233.

Pérez-Farfante, I. and B. Kensley, 1997. **Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World Keys and Diagnoses for the Families and Genera**. Memoires du Museum National du Histoire Naturelle. Paris, Francia. 233 pp.

Primavera, J. H. 1978. Induced maturation and spawning in five-month-old *P. monodon* Fabricius by eyestalk ablation. **Aquaculture**, 13:355-359.

Ramos, L., J. M. Molina, L., L. Pérez, y B. Torres, 1994. Producción de nauplios de *Penaeus schmitti* en instalaciones comerciales de maduración en Cuba. **Revista de Investigaciones Marinas**, 15(1):28-38.

Robertson, L., W. Bray and A. Lawrence, 1991. Reproductive response of *Penaeus stylirostris* to temperature manipulation. **Journal of the World Aquaculture Society**, 22(2):109-117.

Stickney, R. R., 1994. **Principles of Aquaculture**. John Wiley & Sons, Inc. U. S. A. pp. 201-209.