

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE
EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA TAILANDESA PARA
EL CULTIVO INTENSIVO DE CAMARÓN BLANCO
Panaeus vannamei (BOONE) EN MÉXICO

TESIS
MAESTRO EN CIENCIAS

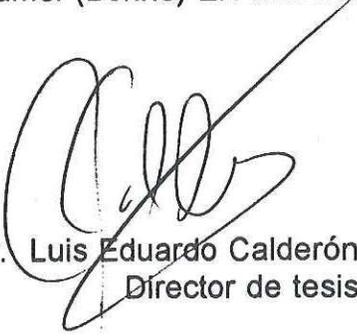
EUGENIO ALBERTO ARAGÓN HORNEDA

Ensenada, Baja California, México, diciembre de 1993

RESUMEN de la tesis de Eugenio Alberto Aragón Noriega, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en OCEANOLOGIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México, Diciembre de 1993.

APLICACION DE TECNOLOGIA TAILANDESA PARA EL CULTIVO INTENSIVO DE CAMARON BLANCO *Penaeus vannamei* (Bonne) EN MEXICO.

Resumen aprobado por:



Dr. Luis Eduardo Calderón Aguilera
Director de tesis.

Se realizó un cultivo experimental con camarón blanco *Penaeus vannamei* para probar la aplicación de la tecnología tailandesa al cultivo de camarón en México. Se utilizaron tres estanques rústicos de 3572 m², 4950 m² y 5068 m² de área de fondo llamados p-2, p-3 y p-4 respectivamente. Cada estanque contó con cuatro aeradores de paletas de 2 HP de potencia y recambios de agua de 10 % / día al inicio del cultivo y con 40 % / día al final del cultivo. Se pusieron cuatro canastas de alimentación en cada estanque y se alimentó de 4 a 5 veces por día con alimento industrializado con un contenido de 35 y 37 % de proteína. Los estanques fueron sembrados con larva silvestre a densidades de 66 pl/m², 84 pl/m² y 74 pl/m². Durante el período de cultivo se monitoreó la temperatura (promedio 28 °C), el pH (de 7.8 a 8.1), la salinidad (de 10 a 16 o/oo) y el oxígeno disuelto (arriba de 4 ppm por las mañanas) los cuales están en el intervalo óptimo para el cultivo del camarón. El periodo de cultivo fue de 101, 108 y 120 días para los estanques p-2, p-3 y p-4 respectivamente. Se obtuvieron tasas de crecimiento de 0.9 a 1.17 g/semana, con tallas de cosecha de 14.81, 15.83 y 15.23 gramos. La producción fue de 12.24 ton/ha, 12.89 ton/ha y 14.3 ton/ha, con FCA de 1.1, 1.4 y 1.2 para p-2, p-3 y p-4 respectivamente. Con base en los resultados obtenidos y considerando los aspectos ecológicos (presencia de numerosos sistemas costeros, salitrales y tierras no aptas para la agricultura) sociales y económicos (régimen de propiedad de la tierra, abundancia de mano de obra) del estado de Sinaloa, se concluye que la aplicación de esta técnica tailandesa de cultivo de camarón puede ser viable.

THAI SHRIMP CULTURE TECHNOLOGY TRANSFER TO INTENSIVE
CULTURE OF WHITE SHRIMP *Penaeus vannamei* (BONNE) IN MEXICO

Eugenio Alberto Aragón Noriega

ABSTRACT

In order to test Thai shrimp culture technology with white shrimp *Penaeus vannamei*, a trial was carried out in México. Three earthen ponds (p-2, p-3, p-4) with pond bottom area 3572 m², 4950 m² and 5068 m² respectively were used. Each pond had 4 paddle wheel with 2 HP motor, water exchange was 10 % at the beginning and 40 % at the last culture month. Each pond also had 4 lift-net for monitoring the feed consumption and 35 - 37 % protein commercial feed was fed 4 and 5 times per day. Ponds were stocked at 66 pl/m², 84 pl/m² and 74 pl/m² wild postlarvae was used. During entire culture period temperature was monitored and most of the time was above 28 °C, pH ranged between 7.8 -8.1, salinity ranged between 10 - 16 ppt during most of the culture period and dissolved oxygen generally in the morning was above 4 ppm. These water quality parameter are considered in the optimal range for shrimp culture. The culture period was 101, 108 and 120 days for p-2, p-3 and p-4 respectively. Growth rates were 0.9 - 1.17 g/week and harvest size 14.81, 15.83 and 15.23 g/shrimp (mean body weight). Production was 12.24 ton/ha, 12.89 ton/ha and 14.3 ton/ha., FCR was 1.1, 1.14 and 1.2 for p-2, p-3 and p-4 respectively. With these results and considering ecological aspects (length of coastal line, salt marshes and non optimal agricultural land) social and economic aspects (land law's property, amount of labor) of Sinaloa state, is concluded that Thai shrimp culture technology can be successfully applied.

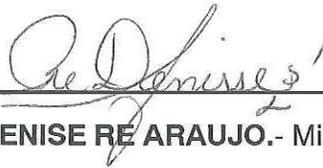
TESIS DEFENDIDA POR: EUGENIO ALBERTO ARAGON NORIEGA
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE:



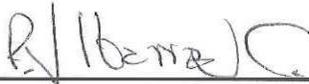
DR. LUIS EDUARDO CALDERON AGUILERA.- Director del Comité



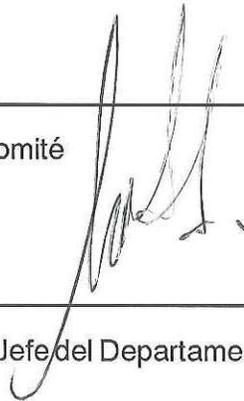
DR. FERNANDO DIAZ HERRERA.- Miembro del Comité



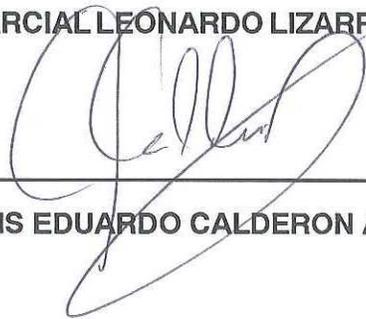
M.C. ANA DENISE RE ARAUJO.- Miembro del Comité



M.C. JESUS IBARRA VILLASEÑOR.- Miembro del Comité



DR. MARCIAL LEONARDO LIZARRAGA PARTIDA.- Jefe del Departamento de Ecología Marina



DR. LUIS EDUARDO CALDERON AGUILERA.- Director de Estudios de Posgrado

3 DE DICIEMBRE DE 1993

**CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA.**

**DIVISION DE OCEANOLOGIA.
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA.**

**APLICACION DE TECNOLOGIA TAILANDESA PARA EL CULTIVO INTENSIVO
DE CAMARON BLANCO *Penaeus vannamei* (Bonne) EN MEXICO.**

TESIS

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

EUGENIO ALBERTO ARAGON NORIEGA.

Ensenada, Baja California, México. Diciembre de 1993.

DEDICATORIA

A mi familia

A mis amigos

A los pescadores, cooperativistas e investigadores
que han dedicado parte de su vida (si no es que toda)
a trabajar en el sur de Sinaloa.

En general a mi tierra natal, mi ciudad **Mazatlán** y mi estado

Sinaloa

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a los que mi memoria no haya podido recordar al momento de escribir estas líneas.

Al Dr. Luis E. Calderón A. por su apoyo como director de tesis, por haberme permitido disponer de su tiempo durante el desarrollo del escrito y por estar siempre dispuesto a ayudarme, muchas gracias Luis.

A los investigadores que dedicaron parte de su valioso tiempo en revisar y sugerir como mejorar el escrito, gracias Dr. Fernando Diaz, M. en C. Denise Re y M. en C. Jesus Ibarra.

Al M. Sc. Yuan L. Wang director técnico de C.P. Aquaculture México por permitirme colaborar con ellos y apoyarme en el trabajo de campo y por esa constante motivación para que este estudio culminara en lo que ahora es. El Ing. Prazert Sangpiya compartio sus experiencias y su tiempo en el trabajo de campo.

A la S.C.P.A. Acuacultores de Dimas por su disponibilidad y facilidades que ofrecieron durante el desarrollo de este trabajo, a su presidente Sr. Jose Osuna "Don Pepe" al director técnico Carlos Osuna y a todos los trabajadores que nos apoyaron directa o indirectamente durante la realización del trabajo.

Al CICESE por haberme permitido realizar mis estudios gracias a la promoción de una beca de manutención.

Al Conacyt por haberme seleccionado como becario.

Finalmente a todos los maestros y compañeros estudiantes del CICESE que me dieron su amistad y brindaron sus enseñanzas. A los compañeros de siempre Maru, Lupita, Gustavo, Manoti, Diego, Carlos y por supuesto a la más amiga de mis amigos Lilia.

En este espacio aparte quiero dejar huella de mi más profundo agradecimiento a la Sra. Raquel Quintero y familia por haberme brindado su hogar en esos difíciles momentos del inicio cuando no contaba con beca de institución alguna ellos compartieron su casa y alimento conmigo por eso Sra. Raquel, Ricardo Ricardo Jr y Manuel muchísimas gracias.

CONTENIDO

I.- INTRODUCCION.	1
I.1.- Generalidades	1
I.2.- Objetivos	4
I.3.- Antecedentes.	5
I.3.1 Historia del cultivo.	5
I.3.2 Sistemas de cultivo	6
I.3.2.1 Sistema de cultivo extensivo.	7
I.3.2.2 Sistema de cultivo semi-intensivo.	8
I.3.2.3. Sistema de cultivo intensivo.	8
I.3.3. Calidad del agua.	9
I.3.4. Manejo de la alimentación	11
I.3.5. Técnica de cultivo tailandesa.	12
II MATERIALES Y METODOS.	16
II.1 Localización geográfica de la granja.	16
II.2 Diseño de la granja.	16
II.3 Desarrollo del cultivo.	19
II.3.1 Preparación de los suelos en los estanques.	19
II.3.2 Preparación del agua del estanque.	19
II.3.3 Control de la calidad del agua	20
II.3.4 Manejo y siembra de postlarvas	20
II:3.5 Densidad de siembra	21
II.3.6 Manejo de la alimentación	22
II.3.7 Muestreo y análisis de crecimiento	24
III RESULTADOS	26
III.1 Calidad del agua	26
III.1.1. Recambios de agua y aireación.	26
III.1.2 Control de la calidad del agua	27
III.2 Crecimiento	27
III.3 Alimentación	37
III.4 Producción	37
III.5 Adaptación de la técnica tailandesa	38
IV DISCUSION	42
V CONCLUSIONES.	54
LITERATURA CITADA	55

LISTA DE FIGURAS

Figura		<u>Página</u>
1	Esquema de los estanques con aireadores	13
2	Canasta de alimentación	14
3	Esquema del área que cubre el alimento suministrado	15
4	Localización geográfica de la granja "Acuacultores de Dimas"	17
5	Distribución de los estanques en la granja camaronera "Acuacultores de Dimas"	18
6	Estanques de precria	18
7	Variación del pH durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañana (5:00 - 6:00 am) tarde (15:00 - 16:00 pm)	28
8	Variación de la temperatura durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañana (5:00 - 6:00 am) tarde (15:00 - 16:00 pm)	29
9	Variación del oxígeno disuelto durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañana (5:00 - 6:00 am) tarde (15:00 - 16:00 pm)	30
10	Variación de la salinidad durante el periodo de cultivo en los tres estanques; sólo fue medida en las mañanas (5:00 - 6:00 am)	31
11	Curva de crecimiento del camarón en los tres estanques de cultivo	32
12	Peso promedio (g) de los camarones cultivados en cada estanque al momento de la cosecha	34
13	Distribución de tallas de los camarones durante la cosecha	36

LISTA DE TABLAS

Tabla		<u>Página</u>
I	Densidad, área del estanque y densidad total estimada en los estanques	22
II	Especificaciones del alimento para camarón C.P.	23
III	Programa de alimentación y verificación de las canastas	24
IV	Uso de la aireación y recambio de agua durante el período de cultivo	26
V	Peso promedio e incremento semanal del camarón blanco en el cultivo intensivo en la granja "Acuacultores de Dimas"	33
VI	Parámetros del modelo logístico con su error típico al 95 % de confianza	35
VII	Resultados de la producción en el cultivo intensivo experimental en la granja "Acuacultores de Dimas"	39
VIII	Resultados de producción en la granja "Acuacultores de Dimas"	40
IX	Comparación de los resultados obtenidos utilizando la tecnología tradicional con alimento nacional y la tecnología Tailandesa con alimento C.P.	41

APLICACION DE TECNOLOGIA TAILANDESA PARA EL CULTIVO INTENSIVO DE CAMARON BLANCO *Penaeus vannamei* (Bonne) EN MEXICO

I.- INTRODUCCION.

I.1.- GENERALIDADES

La explotación del recurso camaronero en México constituye uno de los productos pesqueros más importantes, por su alto valor comercial y por su volumen de captura. Este recurso es para la economía mexicana uno de los pilares más solidos, ya que de su explotación depende económicamente un número considerable de familias a nivel nacional y por que la exportación de este producto genera grandes divisas al país.

La producción de camarón en México se ha sustentado en la extracción de altamar y esteros en ambas costas del país en el litoral del Océano Pacifico y del Golfo de México.

Las especies de camarones del litoral del Pacífico mexicano de mayor importancia desde el punto de vista comercial son: camarón café, *Penaeus californiensis*; camarón azul, *Penaeus stylirostris* y camarón blanco, *Penaeus vannamei*. Este último en las costas de Sinaloa y Nayarit es muy dominante en aguas protegidas y representa del 90 a 100% y en altamar del 5 al 10% de las capturas; alcanza tallas de 160 a 110 mm de longitud total en alta mar, y en aguas protegidas su intervalo es de 160 a 180 mm de longitud total. (Hernández-Carballo,

1987)

En México las capturas de camarón durante los últimos años han registrado una ligera tendencia a la disminución y un incremento en el esfuerzo pesquero no ha reflejado un aumento en la producción (Del Valle-Lucero, 1989). Esto aunado a la creciente demanda de los principales mercados consumidores de camarón (Estados Unidos y Japón) ha motivado a inversionistas privados, instituciones educativas y gubernamentales a invertir en investigación acuícola para desarrollar biotecnias que reduzcan costos y aumenten la producción.

La demanda de camarón en Estados Unidos ha ido en aumento en los últimos años superando inclusive a Japón, el consumo de camarón en Estados Unidos en 1992 fué de 758 millones de libras de las cuales alrededor del 78% provienen de la importación, de camarón cultivado principalmente de los países productores como Tailandia, Ecuador, China, India y México en ese orden de importancia, (Ocean Garden, 1993). Ver colocado a México en un quinto lugar de importancia en las importaciones norteamericanas de camarón refleja principalmente el descenso en la producción de camarón de altamar. Este se puede deducir ya que México ocupaba un segundo lugar en 1988 en las importaciones estadounidenses de camarón superado solo por China.

A nivel mundial la región del sureste asiático ocupa el primer lugar en cuanto a producción de camarón cultivado; entre los países más productivos de este continente están Tailandia, China e Indonesia, aunque su mayor exportación es hacia el mercado japonés (Weidner y Wildman, 1992). En América el país que ocupa

el primer lugar por producción de camarón en estanques es Ecuador, cuya producción es exportada hacia el mercado estadounidense; México competía con Ecuador por sus volúmenes de captura en altamar, ya que México exportaba más que el Ecuador pero para el año de 1992 Ecuador exportó un mayor volumen de camarón a los Estados Unidos (Ocean Garden, 1993).

Como se mencionó anteriormente, la creciente demanda de camarón a nivel internacional y las altas ganancias que esta actividad genera, motivó a los cooperativistas a dar un giro de la actividad de extracción por pesca a la actividad de cultivo. Las recientes modificaciones a la ley federal de pesca de México que faculta a la iniciativa privada a la explotación y cultivo del recurso camarón ha motivado ahora a este sector a invertir en la camaronicultura, actividad que resulta rentable. Esto se ve reflejado en el hecho de que en 1991, se produjeron 3995 ton. de camarón en 5416 ha. de cultivo, con un rendimiento de 0.737 ton/ha y en 1992 se produjeron 6499 ton. de camarón en 7083 ha de cultivo con una producción de 0.917ton/ha (Mujica Com. Pers). Esto sólo en el estado de Sinaloa, aunque cabe señalar que de la totalidad de las granjas que operan en México más de un 80% operan en este estado.

El desarrollo y la expansión de la camaronicultura en México podrá tener éxito mediante el empleo de técnicas de cultivo apropiadas. Estas biotecnias comprenden el diseño de nuevas técnicas ó la aplicación y modificación de las ya existentes, de acuerdo a la infraestructura con que se cuentan para así asegurar una buena producción.

Existe interés por parte del gobierno mexicano para ampliar las posibilidades en el desarrollo acuícola con la transferencia de experiencias internacionales altamente calificadas y la capacitación especializada de técnicos y profesionales mexicanos que en su conjunto contribuyan a consolidar una tecnología nacional que alcance las metas propuestas.

Actualmente existe un programa de transferencia de tecnología México-Tailandia, particularmente en el área del cultivo de camarón para aplicar la técnica tailandesa en el cultivo de camarón blanco, en México.

En este trabajo se ha introducido la técnica de cultivo Tailandesa para producir en México, la especie *Penaeus vannamei* siguiendo los mismos pasos usados en la producción de *Penaeus monodon*.

I.2.- OBJETIVOS

Probar si la tecnología tailandesa de cultivo de camarón aplicada a *Penaeus monodon* es también aplicable a *Penaeus vannamei*.

Evaluar el uso, adaptación y rendimiento en la producción del camarón blanco *P. vannamei* por hectárea de esta tecnología.

Estimar la tasa de crecimiento de *Penaeus vannamei* bajo condiciones de cultivo en altas densidades de postlarvas/m².

1.3.- ANTECEDENTES.

I.3.1 HISTORIA DEL CULTIVO.

En el sureste asiático se ha cultivado el camarón por más de cinco siglos; se usan métodos extensivos por ser bien conocidos, más sencillos y fáciles de practicar. Las técnicas modernas de cultivo se iniciaron hace aproximadamente 20 años y han tenido rápida aceptación.

En Japón, Fujinaga en 1934 inició los experimentos para el cultivo controlado de camarón y fue hasta 1959 cuando bajo su dirección se empiezan a operar las primeras granjas de ciclo completo de este crustáceo. (Orbe y Arias 1987). Su técnica consiste en criar desde los huevos hasta los adultos proporcionándoles los alimentos necesarios y adecuados en cada fase de su desarrollo.

Actualmente esta técnica se ha desarrollado principalmente en países como Japón donde se han obtenido hasta 20 ton/ha/año con *Penaeus japonicus* (Shigeno 1985) en Estados Unidos donde se han obtenido de 12 a 25 ton/ha/año con *P. vannamei* (Emberson y Lyum, 1986; Sandifer *et al*, 1986; Aquacop *et al*, 1986). En Taiwan de 11 a 12 ton/ha/cosecha con *P. penicillatus* (Chen *et al*, 1988).

En México el cultivo de camarón es reciente, se inició en la década de los setenta por parte de la Universidad de Sonora; sus investigadores se concentraron en el cultivo del camarón café y azul, *P. californiensis* y *P. stylirostris* respectivamente, tratando de adaptar la tecnología japonesa a las condiciones imperantes en este país con nuestras especies. A principios de la década de los ochenta la Secretaria de Pesca impulsa el desarrollo de un centro de capacitación

en cultivo de camarón blanco, *P. vannamei* en el estado de Nayarit.

En el año de 1984 se inició la construcción del proyecto de cultivo de camarón denominado "Grullas Margen Derecha" promovida por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, Acuacultores del Norte de Sinaloa. La importancia tecnológica, económica y social de dicho proyecto, radicó en que fue el precursor del desarrollo nacional de la acuicultura de camarón, precisamente en el hecho de que sus avances y experiencias sirvieron para ajustar y mejorar los métodos de operación, para lograr los resultados óptimos en cuanto a producción, rentabilidad y beneficio social.

Para el año 1992 operaron aproximadamente en el estado Sinaloa alrededor de 80 granjas camaroneras las cuales utilizaron aproximadamente 7083 hectareas con una producción anual de 6499 toneladas de camarón. La mayoría de estas granjas utilizan técnicas rústicas de cultivo, obteniendo una producción de 0.5 a 2 toneladas por ha. Sin embargo, para este año se reportan producciones de cerca de 5 ton/ha en dos granjas con cultivo controlado (Sepesca/FAO/PNUD,1991).

I.3.2 SISTEMAS DE CULTIVO

En términos generales, el cultivo de camarones peneidos que se ha manejado en México abarca tres niveles: Extensivo, Semi-Intensivo e Intensivo. La separación de estas técnicas obedece fundamentalmente al tipo de manejo que se le da al sistema y de las características del mismo; entre mas intenso es el cultivo se debe ejercer un mayor control de la calidad del agua en donde se desarrollan los

organismos y la cantidad y calidad del alimento. Bajo estas consideraciones se puede establecer un sistema de clasificación en nuestro país que agrupa a los tres niveles de camaronicultura.

Actualmente en México se están utilizando los tres sistemas de cultivo, y hasta ahora es el estado de Sinaloa el que cuenta con la mejor infraestructura para el desarrollo de la camaronicultura ya que aquí están establecidas el mayor número de granjas de cultivo de camarón del país; los datos reportados para el cultivo extensivo son de hasta 500 kg/ha; para el semiintensivo hasta 2 ton/ha y para el intensivo de 5 ton/ha/cosecha como máximo (Sepesca/FAO/PNUD,1991).

I.3.2.1 SISTEMA DE CULTIVO EXTENSIVO.

El cultivo extensivo de camarón es una modalidad ampliamente utilizada, debido a que el proceso que se sigue no requiere de controlar los factores que intervienen en el crecimiento del camarón.

Un cultivo extensivo puede efectuarse en un encierro, que se realiza de dos maneras: la primera generalmente se realiza cerrando alguna ensenada de un estero con material de la región y construyendo una empalizada o con malla, en este caso las postlarvas de camarón ya se encuentran en este medio; la segunda opción es cerrar una área elegida que posee las características para el desarrollo y sembrar las postlarvas capturadas. Para ambos casos no se controla la entrada o salida de agua, su intercambio esta sujeto a las mareas, no hay suministro de alimento, ni fertilizante; la producción para este sistema es variable dependiendo de

las características y condiciones del medio que pueden ser desde 100 a 500 kg por ha. y una de las ventajas de este sistema es el bajo costo.(Sepesca/FAO/PNUD, 1991).

I.3.2.2 SISTEMA DE CULTIVO SEMI-INTENSIVO.

El término semi-intensivo se utiliza en este caso para indicar que hay un semicontrol en el estudio, debido a que únicamente durante en la etapa de la engorda se controlan los factores que intervienen en el crecimiento del camarón. Esta técnica se caracteriza por el uso y manejo de estanques de diferentes dimensiones, en donde se aplican fertilizantes con abonos químicos y orgánicos, la alimentación suplementaria es con balanceados industriales y se dan recambios constantes de agua, para mantener su calidad.

Este sistema utiliza estanques de precría y estanques de engorda; en los de precría se colocan las postlarvas que pueden ser del medio natural o de laboratorio, en estos estanques se mantienen a las crías por espacios de 30 días hasta que alcanzan una talla de 0.5 a 1 g. Posteriormente son transferidas a los estanques de engorda, la densidad de siembra en estos estanques varía de 5 a 10 camarones/m² y los volúmenes de captura varía de 1 a 2 ton/ha/cosecha.(Sepesca/FAO/PNUD, 1991).

I.3.2.3. SISTEMA DE CULTIVO INTENSIVO.

Esta técnica se ha desarrollado principalmente en otros países como Japón,

Estados Unidos y la región del sureste asiático, encabezados por Taiwan y Tailandia. En América es Ecuador el país que más se ha tecnificado. En este sistema existe un control total de los factores que contribuyen al crecimiento del camarón y son ciclos de desarrollo completos desde la producción de huevos hasta los adultos, las densidades de siembra son de más de 40 pl/m² y su alimentación depende exclusivamente de alimento industrializado. Está sujeto a constantes recambios de agua y técnicas para controlar y mejorar la calidad del agua, sus producciones obtenidas en estos sistemas son hasta 20 ton/ha (Anónimo 1989). Existen métodos más sofisticados del control de la calidad y manejo del agua donde se utilizan filtros biológicos y aplicación de ozono, además de sistemas de cultivo de *P. vannamei* con sistema de corriente rápida en los cuales se han cosechado de 110 a 114 ton/ha con densidades de siembra de 2132 pl/m³ y 970 pl/m³ respectivamente (Reid y Arnold, 1992).

I.3.3. CALIDAD DEL AGUA.

La temperatura es un parámetro importante en la fisiología del camarón porque incide directamente en la respiración, crecimiento y reproducción. Los camarones soportan un amplio intervalo de temperatura, tienen una capacidad para adaptarse a muchas condiciones del ambiente, pero sin llegar a condiciones extremas, por que puede ocasionarles la muerte. La acción de la temperatura sobre la respiración es a través de la cantidad de oxígeno disuelto que puede tener el agua y que pueda ser aprovechada por los organismos. Se establece que a menor

temperatura la cantidad de oxígeno es mayor y por consiguiente la respiración se puede realizar en mejor forma, pero con las limitaciones respectivas. Durante la noche y las primeras horas del día, la cantidad de oxígeno en el agua tiende a disminuir porque a estas horas es consumido en el proceso de fotosíntesis por el fitoplancton presente en el estanque. Estas son las horas que se consideran críticas en un cultivo y para evitar problemas debe mantenerse una renovación del agua o utilizar equipo mecánico de oxigenación, llamados también aireadores (Yong y Reinoso, 1982).

El crecimiento puede estar influenciado por la temperatura, la cual provoca inhibición ó aceleración del desarrollo corporal, cuando se sobrepasan los límites máximos y mínimos de temperatura se puede ocasionar la muerte de acuerdo a la condición genética de la especie.

La salinidad del agua es un factor importante en el crecimiento de los camarones; la concentración fluctúa entre 20 y 30 o/oo, pero sin embargo, a salinidades mayores o menores el camarón puede crecer pero en forma más lenta ya que la energía destinada al crecimiento es utilizada para contrarrestar el efecto esta variable extrínseca.

El pH es otro de los parámetros que debe ser medido y controlado diariamente y sus valores son los resultantes de la interacción de numerosas sustancias en solución en el agua y fenómenos biológicos. El pH neutro o ligeramente alcalino de 7 a 8, es óptimo para la supervivencia y desarrollo del camarón.

La turbidez es un parámetro limitante para el crecimiento del camarón,

porque sus límites máximos o mínimos indican exceso o escasez de flora y fauna así como sustancias anormales suspendidas en el agua del estanque. Un exceso de turbidez no permite la penetración de los rayos solares hacia el fondo del estanque con lo que se limita la fotosíntesis y se disminuye la formación de microalgas que son alimento natural de los camarones. El color oscuro implica la disolución de sustancias anormales (nitritos, ácido sulfhídrico, etc.) que dificultan el crecimiento del camarón y pueden ocasionar la muerte. El caso contrario o sea escasez de turbidez nos indica que el agua es muy pobre en fitoplancton y zooplancton, y que por consiguiente debe de aportarse nutrientes para la formación de ellos (Yong y Reinoso, 1982).

I.3.4. MANEJO DE LA ALIMENTACION

La alimentación adecuada para el cultivo de camarón es aquella requerida para cubrir todas sus funciones vitales y gasto energético para que alcance el máximo crecimiento posible, sin llegar a la sobrealimentación ya que esto repercute en la calidad de agua del estanque. En las granjas que existen en México, particularmente en el estado de Sinaloa, se utilizan unas tablas de alimentación que se basan en la suposición de que el camarón consume diferentes cantidades de alimento a través de sus distintas etapas de desarrollo. Dichas tablas son elaboradas por el fabricante del alimento balanceado y se basan en el peso corporal del camarón. Frecuentemente el acuacultor sigue esta curva y sólo la ajusta de acuerdo a su densidad de siembra y a la mortalidad que sufren los organismos; los muestreos para cuantificar mortalidad normalmente se realizan mensualmente,

también es ajustada la cantidad de alimento por los técnicos en los períodos de muda. Estos son los factores que se consideran para aumentar o disminuir la cantidad de alimento y siguiendo esta técnica de alimentación se han obtenido factores de conversión alimenticia de 2 a 2.5 (Sepesca/FAO/PNUD, 1991).

I:3.5. TECNICA DE CULTIVO TAILANDESA.

La técnica de cultivo tailandesa se basa en el cultivo del camarón Tigre Negro *Penaeus monodon* en estanques con dimensiones que van desde 0.48 ha a 1 ha. (Anónimo, 1992). En las técnicas de cultivo Tailandesas siempre se utilizan aireadores y se lleva un estricto control del alimento; los períodos de cultivo no pasan de 4 meses y con esta técnica se han logrado obtener hasta 25 ton/ha/cosecha y factores de conversión alimenticia de 1.4 (Anónimo 1989).

La aireación se efectúa por medio de aireadores de paletas. Además de incrementar el nivel de oxígeno disuelto en el agua del estanque, una de sus principales funciones es darle "vida" al estanque creando condiciones semejantes a las naturales; como corrientes de agua en el estanque, lo que hace posible incrementar la densidad de siembra con una mortalidad reducida, estimular al camarón a ejercitarse para incrementar su apetito mejorando el factor de conversión alimenticia, prevenir la estratificación reduciendo así la tasa de recambio de agua, ya que homogeniza todos los parámetros de calidad de agua así como los fertilizantes aplicados, moviliza los nutrientes en la columna de agua promoviendo el crecimiento del fitoplancton y zooplancton, estabiliza las condiciones

ambientales y distribuye los desechos acumulados hacia las áreas de drenaje, facilitando la limpieza del fondo del estanque (Boyd, 1989) (Fig. 1).

La alimentación es controlada por el uso de canastas de alimentación, estos recipientes se colocan en la orilla del estanque justo donde termina el talud (Fig. 2). El número de canastas es de 6 a 8 por hectarea.

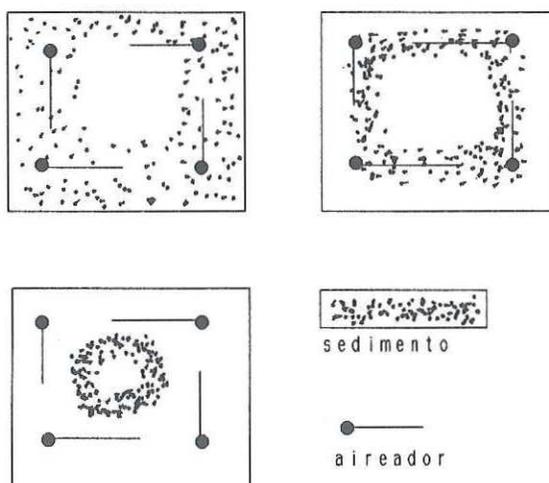


Fig. 1. Esquema de los estanques con aireadores

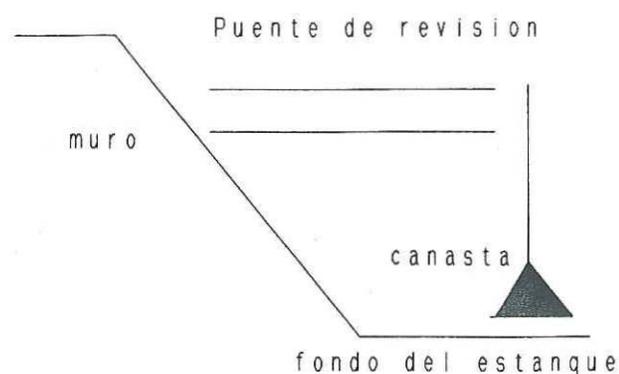
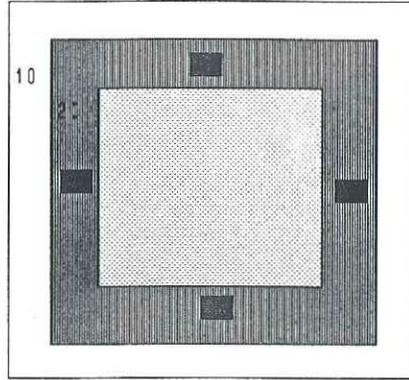


Fig. 2 Canasta de alimentacion

La cantidad de alimento colocado en la canasta es proporcional al alimento suministrado en esa ración de comida, el número de comidas diarias es de 4 a 6 veces al día y se alimenta por la orilla del estanque cubriendo un área de aproximadamente 20 metros a partir de donde inicia el fondo hasta mas adentro del estanque (Figura 3).

La cantidad de alimento proporcionado por raciones es ajustada de acuerdo a los resultados que son obtenidos en la revisión de la canasta: si tiene gran cantidad de alimento sobrante la ración es disminuida y si se encuentra vacía, sin residuos de alimento, la ración es incrementada.



■ canasta
▨ area de alimentacion

Figura 3. Esquema del area que cubre el alimento suministrado.

II MATERIALES Y METODOS.

II.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA GRANJA.

Este cultivo experimental se llevo a cabo en la granja camaronera "Acuacultores de Dimas", localizada cerca del poblado de Estación Dimas, San Ignacio, Sinaloa, a 60 km. al Norte de Mazatlan, durante los meses de julio a diciembre de 1992.

La granja se encuentra localizada en la planicie costera a los 23° 41' 15" de latitud Norte y 106° 50' de longitud Oeste. De acuerdo a su hidrología, se encuentra al margen de la desembocadura del Río Piaxtla y aproximadamente a 400 m del mar en el Golfo de California. (Fig.4).

II.2 DISEÑO DE LA GRANJA.

La granja tiene un diseño y construcción mexicana, con un canal de llamada directamente del Delta del Río Piaxtla con una longitud de 500 m. La estación de bombeo utiliza dos bombas de 16 pulgadas y una de 24 pulgadas. Cuenta con cuatro estanques de precría denominados P-1 a P-4 y ocho estanques de engorda señalados como E-1 a E-8, sus dimensiones van desde 3,572 m² a 10,000 m² para pre-cría y de 1.9 a 4.6 ha para engorda. (Fig.5).

Para realizar esta prueba se usaron tres estanques de pre-cría de las dimensiones más pequeñas P-2, P-3 y P-4 con un área de 3,572 m², 4,950 m² y 5,068 m²., debido a que la técnica tailandesa de cultivo de camarón se realiza en estanques pequeños.

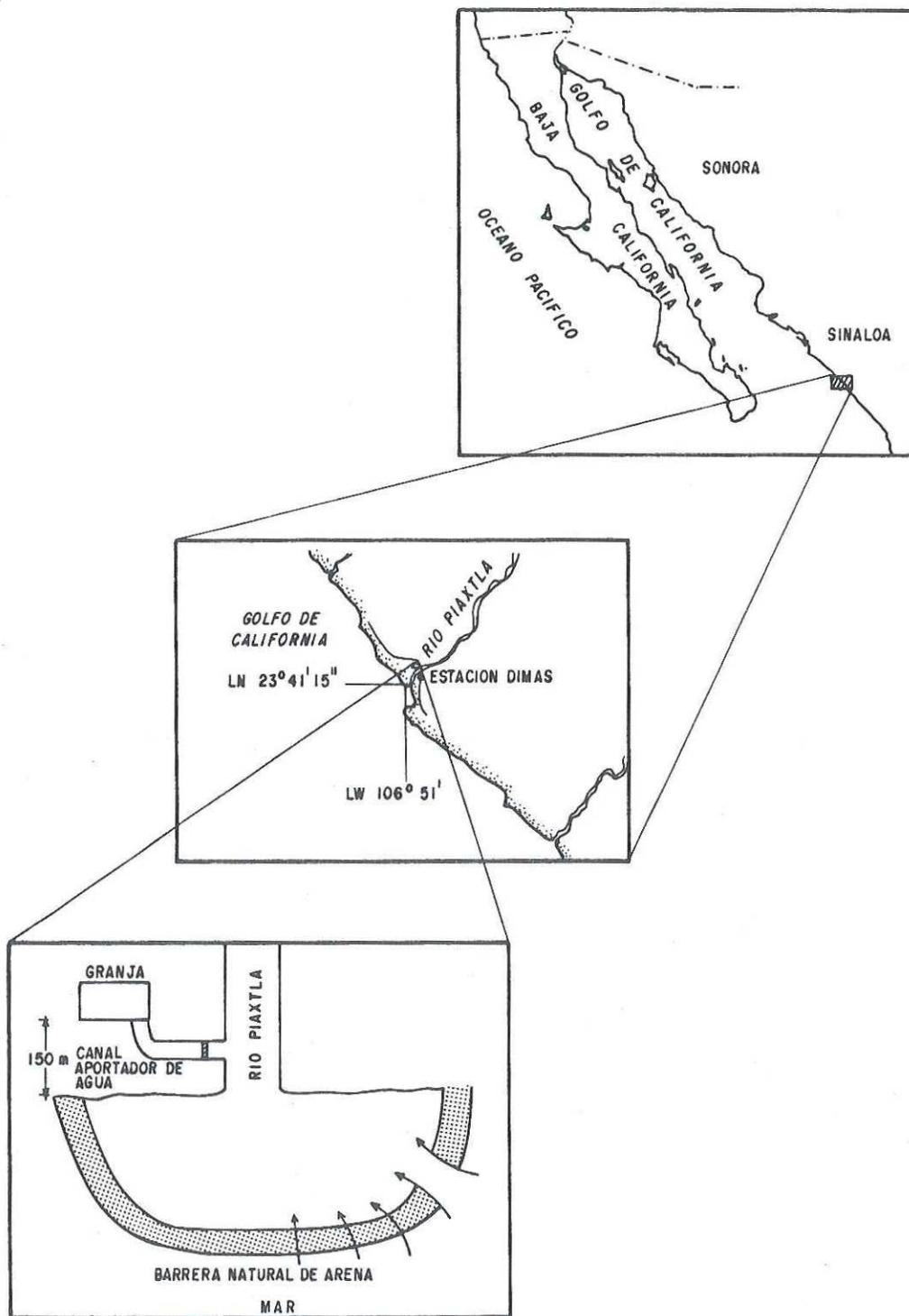
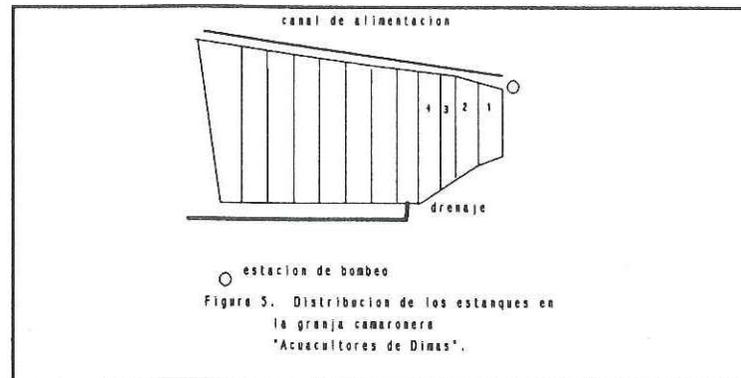
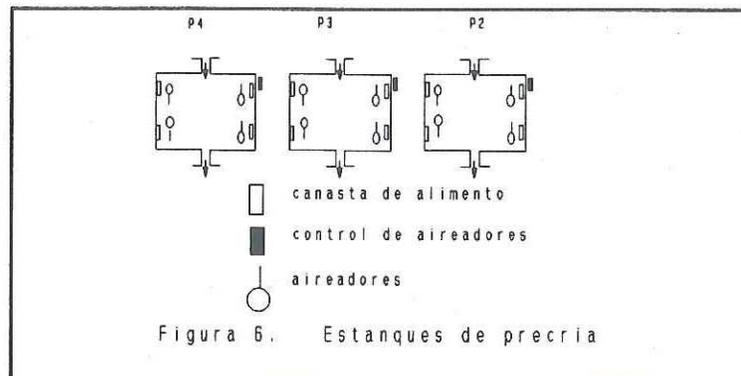


Figura 4. Localización geográfica de la granja "Acuacultores de Dimas"



Los tres estanques son rústicos, excavaciones de tierra con bordos del mismo material de la excavación y cuenta con un sistema de compuertas centrales, para entrada y salida de agua. Cada estanque tuvo un sistema de aireación artificial que consiste en cuatro aireadores de paletas de 2 hp por estanque mismos que obtienen su fuente de energía de un generador eléctrico (Figura 6).



II.3 DESARROLLO DEL CULTIVO.

II.3.1 PREPARACION DE LOS SUELOS EN LOS ESTANQUES.

Para iniciar el secado y preparación de los estanques se sella perfectamente la compuerta de entrada. En este caso consistió en colocar en la compuerta de entrada "tierra lama" (arena fina de tipo limoso-arenoso); posteriormente se dejó secar al sol y se pasó un tractor con arado agrícola para remover el fondo y evitar la descomposición de materia orgánica. Se dejó secar al sol nuevamente y se paso el tractor con una rastra de uso agrícola, procedimiento que se repitió por dos ocasiones, posteriormente se aplicó cal a razón de 1 ton. por hectarea y se compacto.

II.3.2 PREPARACION DEL AGUA DEL ESTANQUE.

Cada estanque fue llenado a 3/4 partes de su capacidad. Se mantuvo el agua por un día y se drenó totalmente. Posteriormente se colocaron cuatro costales con gallinaza (excremento de pollo) sostenidos en medio del estanque, la proporción de gallinaza fue de 500 kg/ha. Después de esto se lleno hasta la mitad del estanque, se aplicó urea y superfosfato de uso agrícola a razón de 3-1 y en dosis de 15-30 kg/ha y el estanque se fue llenando con 10 cm diarios de agua. Una vez lleno se procedió a verificar su coloración diariamente (método empírico); si estaba clara se aplicaba gallinaza fermentada a razón de 300 kg/ha, esparcida al boleó o el fertilizante agrícola antes mencionado a la misma dosis sólo que alternando el fertilizante orgánico con el inorgánico; esto se repitió hasta obtener una coloración oscura del agua.

II.3.3 CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

Para medir la calidad del agua en este experimento sólo se optó por medir el pH, con un potenciometro manual; temperatura en °C y OD (oxígeno disuelto) con un oxímetro y la salinidad con un refractómetro; los tres primeros parámetros se midieron dos veces al día, de las 5:00 a 6:00 de la mañana y de 15:00 a 16:00 horas, la salinidad sólo una vez al día, la temperatura y oxígeno se tomaron del fondo de la compuerta de salida de cada estanque y la salinidad y el pH en la superficie. Todos estos parámetros se controlaron diario desde el primer día hasta la cosecha (julio-diciembre de 1992).

II.3.4 MANEJO Y SIEMBRA DE POSTLARVAS

La postlarva o semilla fue comprada a una Sociedad Cooperativa local denominada Cospita que cuenta con el permiso oficial de la Secretaria de Pesca para tal efecto. Estos pescadores colectan larva del medio natural en su zona de captura en Bahía de Ceuta, Sinaloa que es uno de los tres sitios del estado destinados a la captura de larva silvestre (los otros dos son al norte el río Fuerte y en el sur Palmillas). La colecta por parte de los pescadores se realiza con redes de 500 micras, estas redes son en forma de tijeras y se les denomina "chayos"; la captura de postlarva se realiza en aguas someras, marismas de la Bahía de Ceuta y se transporta hasta una embarcación que cuenta con transportadores de fibra de vidrio y un tanque de oxígeno; se les conservan en estanques hasta su venta. Una vez adquirida, la semilla se transporta a cargo del comprador aproximadamente con

densidades de 1,667 p/l.

Desde el lugar de compra, la semilla es llevada hasta el estanque de siembra en un vehículo equipado con un transportador de fibra de vidrio y un tanque de oxígeno con mangueras y difusores, con capacidad para 2000 litros y un 1,000,000 de postlarvas.

En el estanque se comparó la temperatura y salinidad a la que arribaron las postlarvas y la temperatura y salinidad del estanque a la que se va a sembrar; luego se agregó agua del estanque al transportador hasta igualar la temperatura y la salinidad. Una vez logradas éstas, la semilla fue soltada al estanque.

II:3.5 DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad de siembra planeada fue de 70 postlarvas/m² por cada estanque pero este parámetro es difícil de controlar debido a la mortalidad de los organismos y al método de conteo. Para el conteo de postlarvas se utilizó el método volumétrico, el cual es de uso común entre los granjeros del área y consiste en poner los organismos en un recipiente de volumen conocido, tomar una muestra y contarla para así extrapolar al volumen total.

No. total de postlarvas. = No. promedio de postlarvas X volumen total

Vol. de la alícuota.

Este método se aplicó conjuntamente con los biólogos de la cooperativa y

los técnicos de la granja. La densidad de siembra final en cada estanque se presenta en la tabla I.

Tabla I. Densidad, área del estanque y densidad total estimada en los estanques.

Estanque	Densidad (pl/m ²)	Area del estanque (m ²)	Densidad total estimada
P-2	66	3,572	253,998
P-3	84	4,950	417,491
P-4	74	5,068	375,498

II.3.6 MANEJO DE LA ALIMENTACION

Para este experimento se importó alimento balanceado fabricado en Tailandia y cuya formula comercial es conocida como alimento para camarón C.P. (Tabla II). y se siguió la técnica de alimentación diseñada para *P. monodon*, que consiste en alimentar de 4-5 veces por día y ajustar la cantidad de alimento por medio de canastas de alimentación. Se colocaron cuatro canastas en cada estanque .

Se cuidó que la canasta estuviera en el fondo, exactamente al terminar la pendiente. El suministro de alimento se realizó caminando alrededor del estanque, al llegar donde esta la canasta se colocó el alimento en ella y se continuó alimentando.

Si al revisar la canasta se encontraban residuos de alimento la ración era reducida, si por lo contrario no se encontraban rastros de alimento, la ración se incrementaba. El porcentaje de alimento proporcionado en la canasta fue 2.4% del total de la ración de ese momento repartido entre las cuatro canastas y 2.5 horas de espera para la revisión, cuando el suministro de alimento fue cuatro veces al día y de 3% de la ración repartido entre las cuatro canastas y dos horas de espera, para la revisión cuando se alimento 5 veces diarias. Tabla III (tomada de C.P.group, 1992).

Tabla II. Especificaciones del alimento para camarón C.P.

Codigo	Tipo	Tamaño mm	*Proteína %	Lípidos %	Fibra %	Hume- dad %
4001	Migaja	0.2x0.4	37	3	3	11
4002	Migaja	1.0x1.5	37	3	3	11
4003	Migaja	2.0x2.5	37	3	3	11
4004	Pellet	2.3x3.5	35	3	3.5	11
4005	Pellet	2.3x6.5	35	3	3.5	11

*La proteína de origen animal (harina de pescado, h. de camarón y h. de calamar) y de origen vegetal (pasta de soya, h. de trigo y arroz)

Tabla III. Programa de alimentación y verificación de las las canastas

Edad del camarón en días	Alimento en la canasta (% del total)	Intervalo de verificación de la canasta (horas)	Número de raciones por día
1 - 10	2.4	2.5	4
10 - 25	2.4	2.5	4
26 - 40	2.4	2.5	4
41 - 90	3.0	2.0	5
91 - 120	3.0	2.0	5

II.3.7 MUESTREO Y ANALISIS DEL CRECIMIENTO

Para medir el crecimiento del camarón se realizaron muestreos semanales con una atarraya de 1 cm de luz de malla. Se efectuaban de uno a dos lances en cualquier punto del estanque para obtener 120 organismos los cuales fueron secados y pesados en una balanza de precisión de 0.1 g. Este registro biométrico se obtuvo durante el cultivo y se amplió el número de organismos a 300 durante la cosecha de los cuales 150 se obtenían cuando la cosecha era de 500 a 1000 kilos y los 150 restantes cuando se habían capturado más de 3000 kilos.

Las curvas de crecimiento fueron obtenidas empleando el programa **FISHPARM 3.0** (Prager *et al.* 1991). Con el fin de probar si la talla media (en gramos) en cada estanque al momento de la cosecha era estadísticamente significativa se empleó un análisis de varianza de una vía (Prueba de Kuskall-Wallis, ya que los datos no seguían una distribución normal). Para ello se utilizó el paquete estadístico **SYSTAT** (Wilkinson, 1990).

III RESULTADOS

III.1 CALIDAD DEL AGUA

III.1.1. RECAMBIOS DE AGUA Y AIREACION.

Para mantener el agua en condiciones óptimas para el camarón es necesario realizar recambios constantes y aplicar aireación artificial; el recambio de agua depende de las condiciones observadas en el agua pero normalmente éste también se va incrementando conforme el cultivo avanza (Tabla IV). En este trabajo se inició con los recambios de agua de 10 % /día y se finalizó con 40 % /día. Otro factor importante para mantener la calidad del agua es la aireación, en este cultivo se utilizaron cuatro aireadores de paleta de 2 hp en cada estanque; normalmente sólo se usaron en la noche y después del primer mes de cultivo. Si se medían concentraciones bajas de oxígeno inmediatamente se ponían a funcionar los aireadores. Otra causa que motivo el uso de aireación fue la baja de temperatura (22 C) al final del cultivo. Esta medida ayuda a uniformizar la temperatura de la masa de agua.

Tabla IV. Uso de la aireación y recambio de agua durante el periodo de cultivo.

Tiempo de cultivo (días)	Aireación (horas/día)	Recambio de agua %/día
0 - 30	No se Uso	10
31 - 60	8 - 9	10 - 20
61 - 120	9 - 12	30 - 40

III.1.2 CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

El pH se mantuvo durante todo el periodo de cultivo en un intervalo de 7.8 a 8.0 con registros en la mañana de 7.1 a 8.3 y por la tarde de 7.1 a 9.1 (Fig. 7). La temperatura del agua de los estanques osciló de 19.4 a 33 °C; la mayor parte del tiempo de cultivo se mantuvo arriba de los 28 °C , los registros mas bajos de temperatura fueron en la segunda semana de Noviembre; durante la mañana se mantuvo arriba de 24 °C y los últimos días del mismo mes bajo a 23 °C (Fig. 8). En este período de cultivo los registros de oxígeno se mantuvieron entre 2 ppm hasta 13 ppm, pero por la mañana fue mayor de 4 ppm y por las tardes mayor de 7 ppm.(Fig. 9). La salinidad fue de 9 a 18 ‰ pero la mayor parte del período de cultivo se mantuvo en un intervalo de 10-16 ‰ (Fig. 10).

III.2 CRECIMIENTO

Los muestreos de crecimiento se hicieron semanalmente, los organismos eran sacados del estanque con atarraya y pesados individualmente 120 camarones (Fig.11 y Tabla V). La talla máxima promedio alcanzada fué de 15.83 (+/- 0.22) gramos en el estanque P-3, de 14.81 (+/- 0.15) en el P-2 y de 15.23 (+/- 0.13) en el P-4 (El número entre paréntesis indica el error típico). Estas tallas fueron logradas en un período de 101 en P-2, 108 en P-3 y 120 días en P-4. El estanque P-3, en el que se obtuvo la mayor talla promedio fue el que presentó la máxima densidad 84 pl/m², en P-2 fue de 66 pl/m² y en P-4 de 74 pl/m².

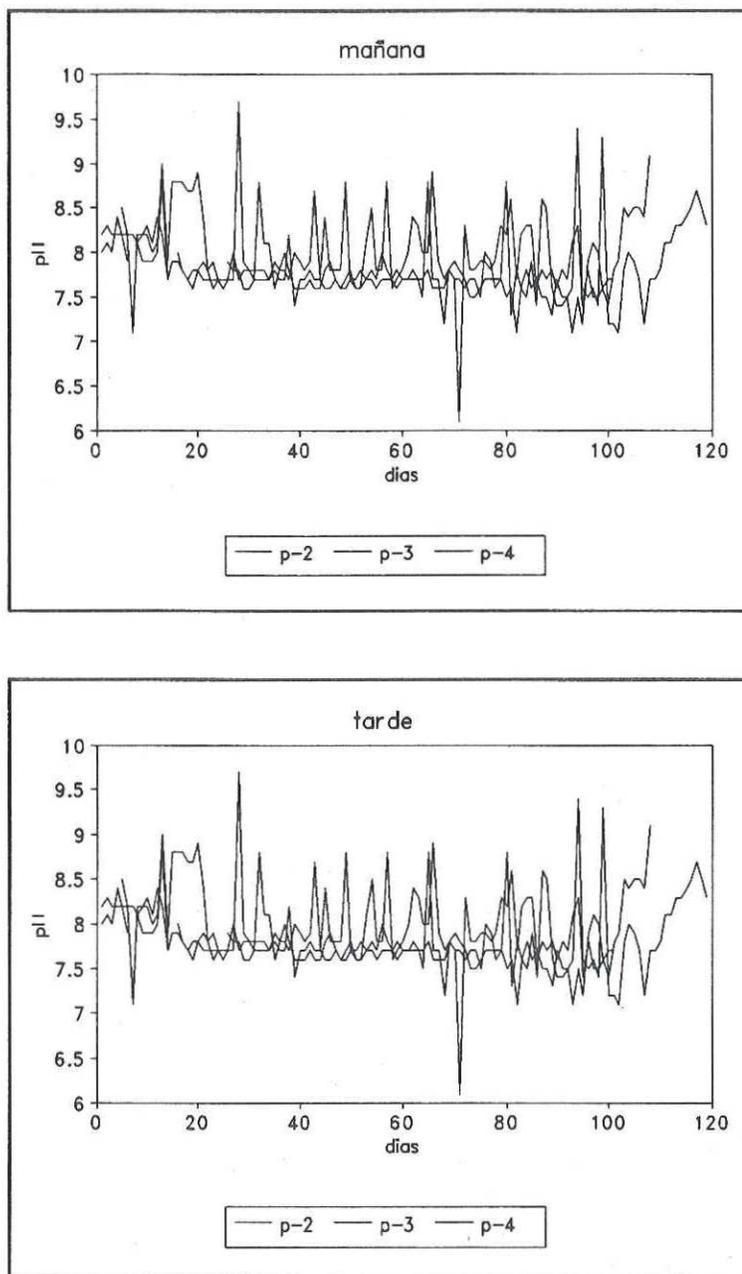


Figura 7. Variación del pH durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañanas (5:00 - 6:00 am), tarde (15:00 - 16:00 pm).

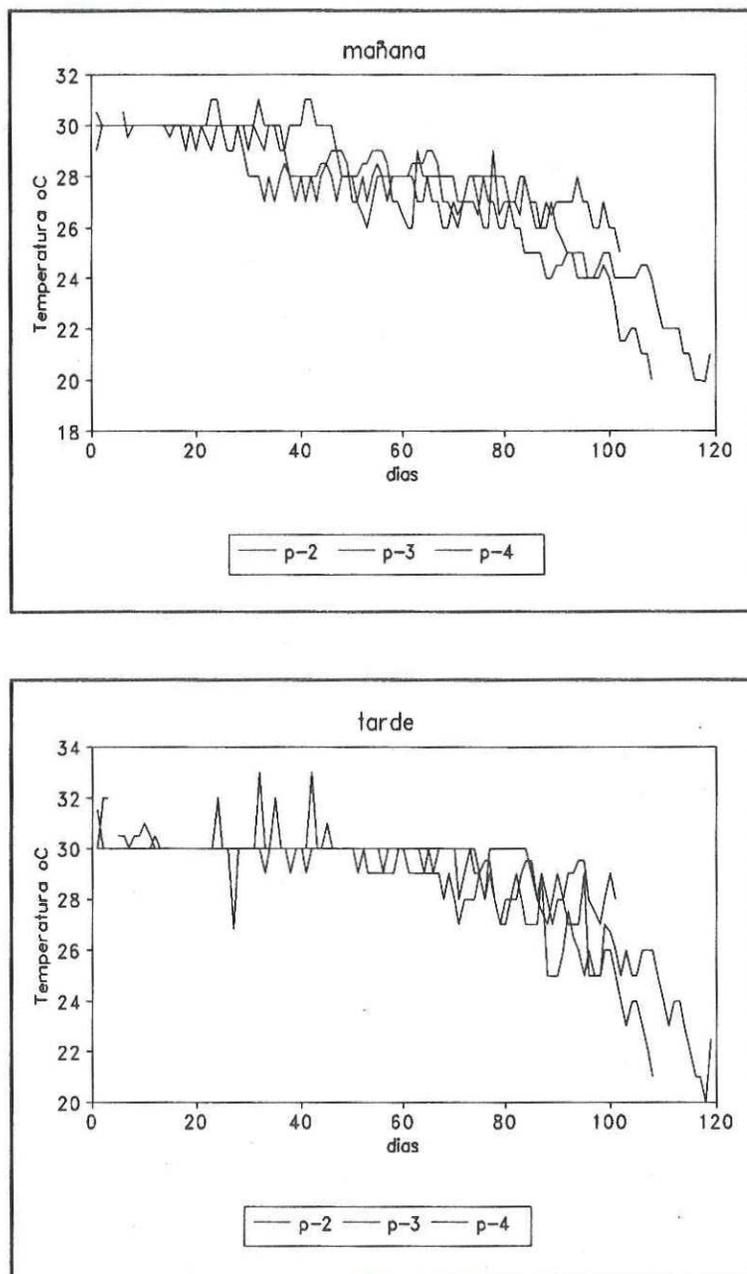


Figura 8. Variación de la temperatura durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañanas (5:00 - 6:00 am), tarde (15:00 - 16:00 pm).

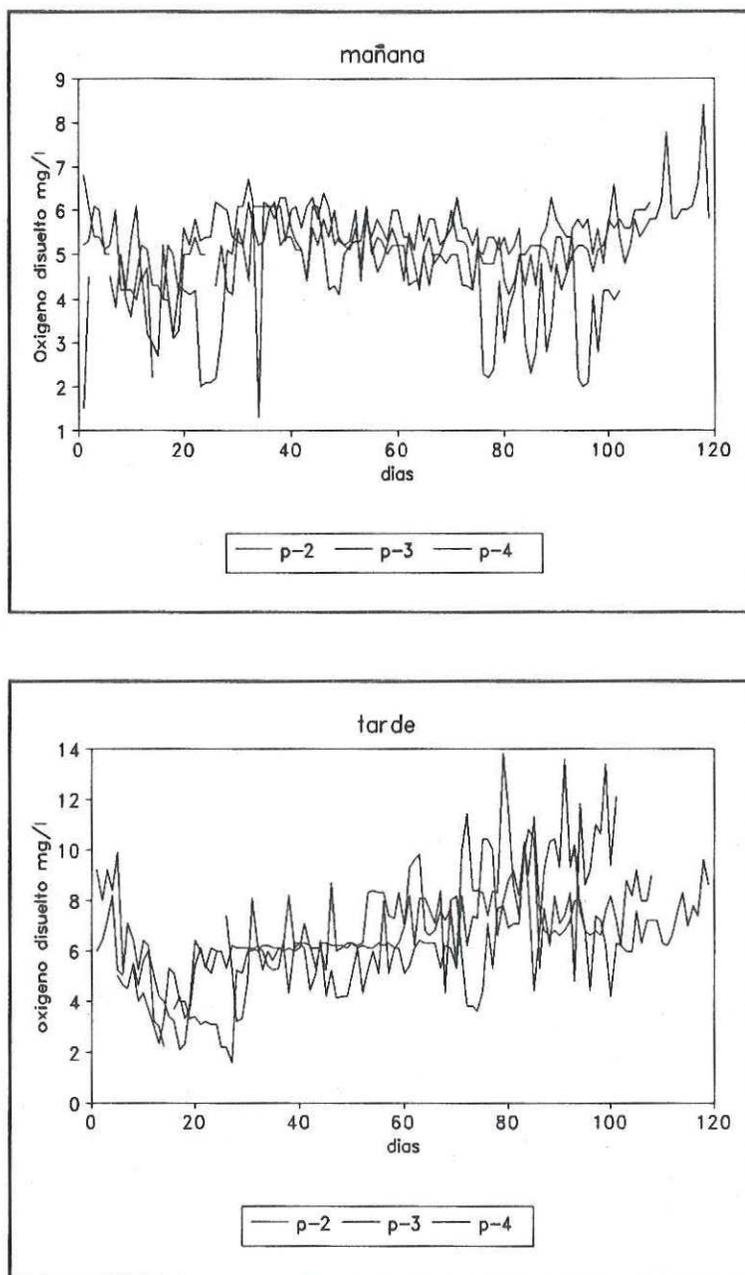


Figura 9. Variación del oxígeno disuelto durante el periodo de cultivo en los tres estanques; mañanas (5:00 - 6:00 am), tarde (15:00 - 16:00 pm).

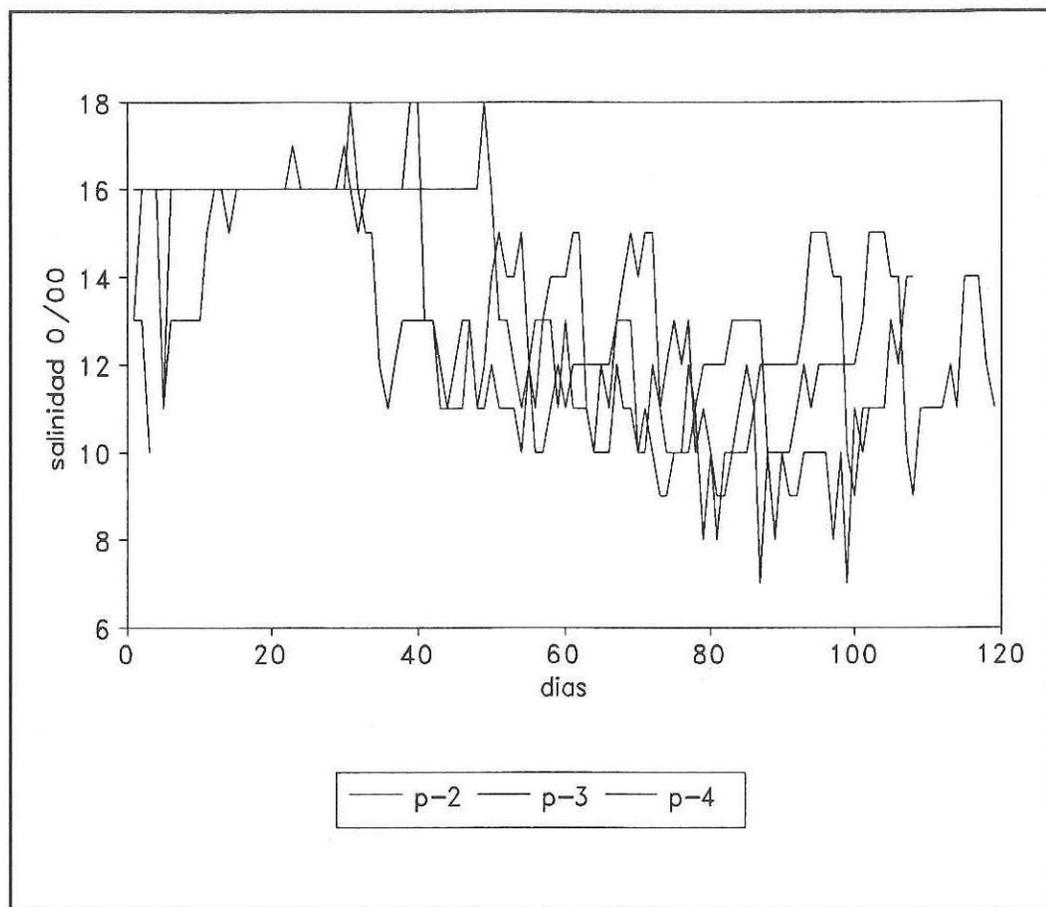


Figura 10. Variación de la salinidad durante el periodo de cultivo en los tres estanques; sólo fue medida en las mañanas (5:00 - 6:00 am).

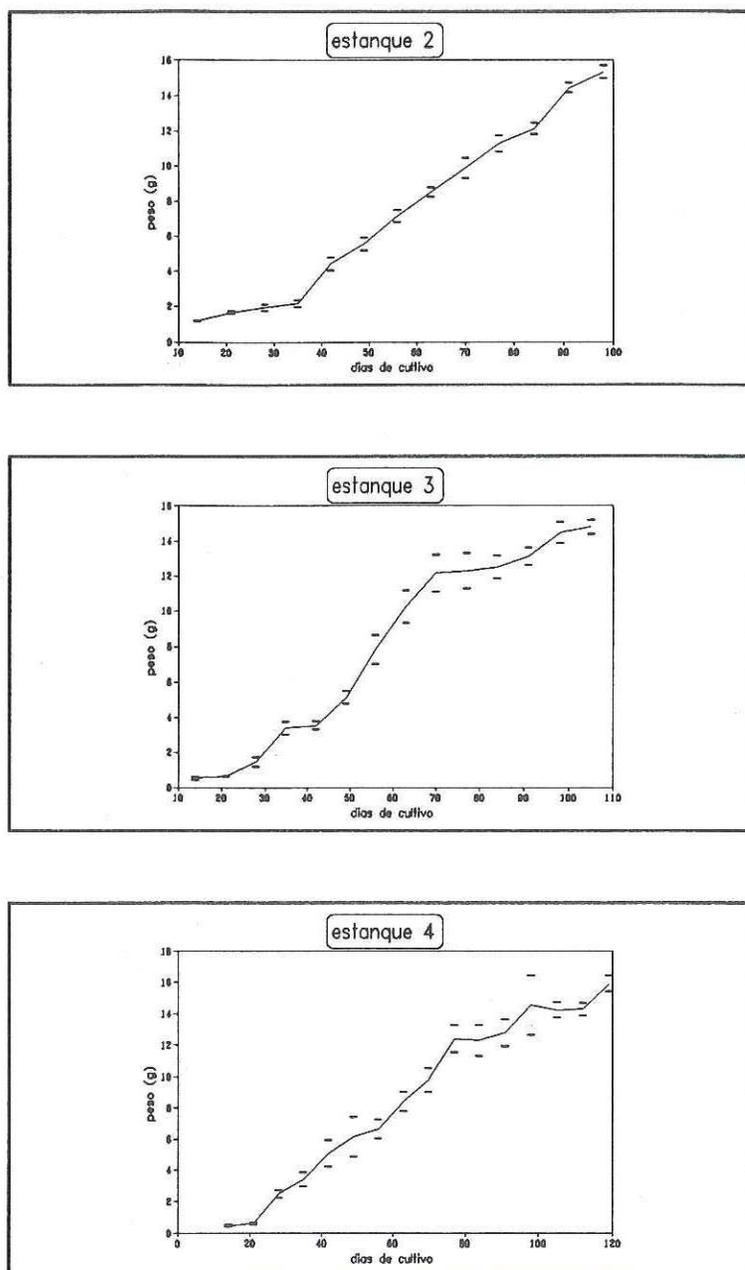


Figura 11. Curva de crecimiento del camarón en los tres estanques de cultivo

Tabla V. Peso promedio e incremento semanal del camarón blanco en el cultivo intensivo en la granja Acuacultores de Dimas".

Edad (días)	Estanque P-2		Estanque P-3		Estanque P-4	
	peso	increment.	peso	increment.	peso	increment.
0	0.03		0.03		0.03	
14	1.21	1.18	0.52	0.49	0.45	0.42
21	1.70	0.49	0.62	0.10	0.59	0.14
28	1.96	0.26	1.46	0.84	1.87	1.28
35	2.13	0.17	3.38	1.92	3.41	1.54
42	4.42	2.29	3.55	0.17	4.97	1.56
49	5.51	1.09	5.12	1.57	5.61	0.64
56	7.14	1.63	7.82	2.70	6.66	1.05
63	8.52	1.38	10.24	2.42	8.44	1.78
70	9.91	1.39	12.20	1.96	9.80	1.36
77	11.29	1.38	12.22	0.02	12.40	2.60
84	12.14	0.85	12.53	0.31	12.29	-0.11
91	14.45	2.31	13.13	0.60	12.75	0.46
98	15.35	0.90	14.47	1.34	13.58	0.83
105			14.69	0.22	14.24	0.66
112			15.96	1.27	14.29	0.05
119					15.22	0.93
Promedio		1.09		1.06		0.95

Las tallas anteriormente mencionadas son los promedios obtenidos al tiempo de cosecha ($n = 300$ individuos en cada estanque) y su distribución de tallas aparece en la figura 13 . Se puede observar que el mayor porcentaje lo ocupan las tallas 13 y 15 g pero existe un alto porcentaje de talla superiores a 17 gramos y en el estanque P-3 se obtuvieron porcentajes arriba del 5% de tallas superiores a los 20 g. Sin embargo, las diferencias entre los pesos medios obtenidos en cada estanque no son significativas ($P = 0.18$, para un valor del estadístico Kruskal-Wallis = 3.33, asumiendo una distribución chi cuadrada con dos grados de libertad). Esto se aprecia claramente en la figura 12, en la que se muestran los valores medios con su intervalo de confianza.

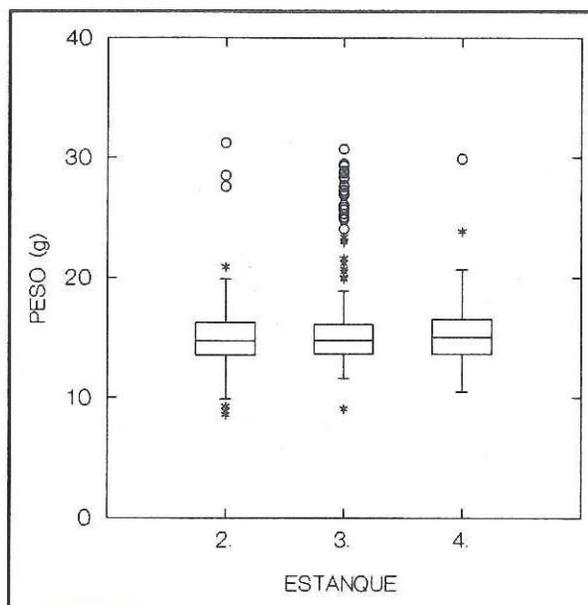


Figura 12. Peso medio (g) de los camarones cultivados en cada estanque al momento de cosecha

En cuanto a las tasas de crecimiento semanal logradas, ésta fue en un promedio superior a los 0.9 g/semanal o bien a los 0.13 g/día (Tabla V). Se puede observar también que en el estanque p-4 se obtuvo una tasa de crecimiento constante, a partir del día 91, en comparación a los otros estanques en los que durante el cultivo estuvieron fluctuando. Las curvas de crecimiento se ajustaron bastante bien a un modelo logístico de la forma:

$$Y_t = \frac{K}{1 + [(K - Y_0)/Y_0][EXP(-rt)]}$$

donde

Y_t = talla al tiempo t (en semanas), Y_0 es la talla inicial y r y K son parámetros. En la tabla VI aparecen los valores del modelo obtenidos para cada estanque.

Tabla VI. Parámetros del modelo logístico con su error típico al 95% de confianza.

	P - 2	P - 3	P - 4
r	0.36 +/- 0.02	0.60 +/- 0.05	0.40 +/- 0.04
K	17.99 +/- 1.13	14.08 +/- 0.46	15.3 +/- 1.03
Y_0	0.82 +/- 0.01	0.25 +/- 0.08	0.73 +/- 0.02
r^2 ajust.	0.99	0.98	0.97

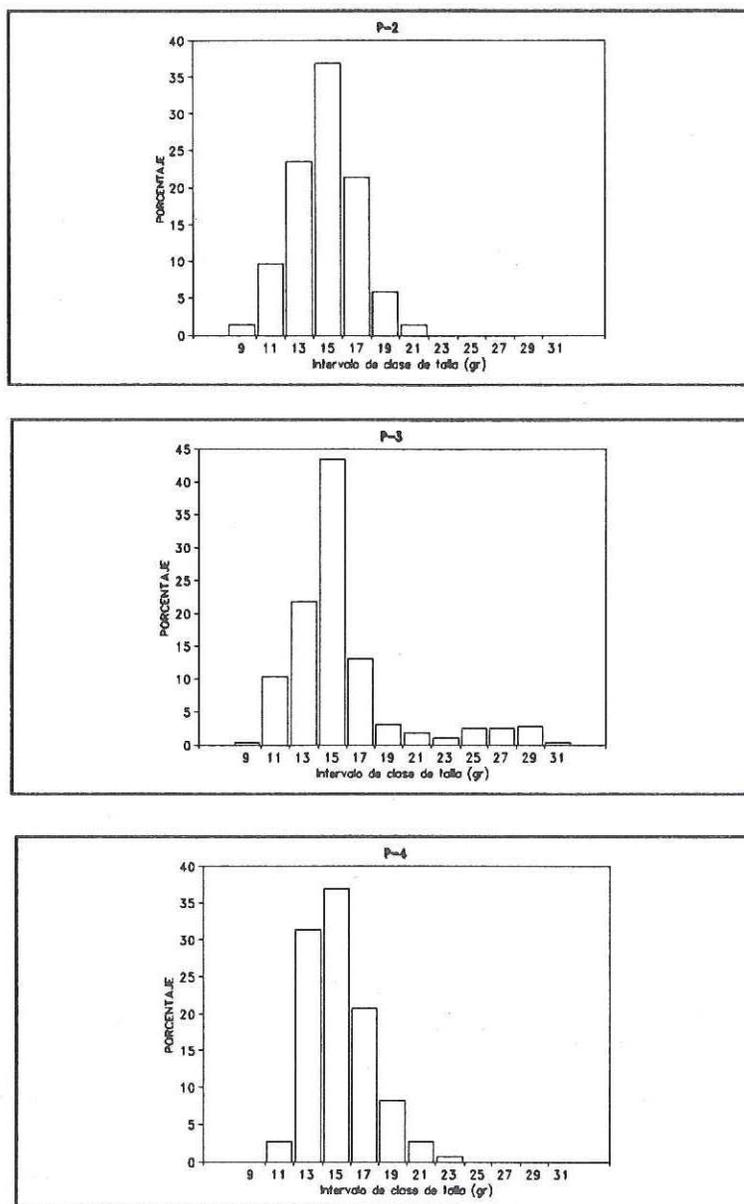


Figura 13. Distribucion de tallas de los camarones durante la cosecha

La sobrevivencia registrada fue de 119%, 92% y 127% en los estanques P-2, P-3 y P-4 respectivamente, cabe mencionar que la sobrevivencia está basada tomando en cuenta al dato de siembra, el cual se hizo basado en el método volumétrico.

III.3 ALIMENTACION

El manejo de la alimentación fue el usado en Tailandia para *Penaeus monodon* el cual se adaptó para *Penaeus vannamei*. Lo más importante fue el control de las canastas de alimentación, la cantidad de alimento y el tiempo de verificación de la canasta ya que son los que dan la guía para ajustar la ración en cada alimento. En la tabla IV se muestran los porcentajes de alimento colocado y el tiempo de verificación de las mismas. Otro de los puntos importantes en el control de la alimentación es el número diario de comidas ya que éste repercute en un mayor aprovechamiento por parte del camarón. En este trabajo experimental utilizamos cuatro dosis en la primera fase y cinco dosis por día en la segunda fase. Con este programa de alimentación nuestro factor de conversión alimenticia resultó de 1.11, 1.14 y 1.20 para los estanque P-2, P-3 y P-4 respectivamente.

III.4 PRODUCCION

La cosecha se inició simplemente bajando el nivel del agua del estanque se abrió la estructura de control (compuerta de salida); previamente se colocó una red en la salida en el tubo de drenaje para atrapar ahí a los camarones que salen con la corriente del agua. Esto se realizó durante las primeras horas del día; también

se introducen pequeñas lanchas de fibra de vidrio al estanque con dos pescadores a bordo, quienes obtienen la producción mediante lances con atarraya .

Los periodos de cultivo duraron de 102 a 120 días ésto básicamente obedece a la necesidad de la granja y también porque ya se ha alcanzado una talla comercial. La producción total obtenida fue: 4,374 kg, 6,375 kg y 7,249 en los estanques p-2, p-3 y p-4 respectivamente. Con una área de 3,572 m², 4,950 m² y 5,060 m² en el mismo orden de p-2 a p-4. Extrapolando, la producción en Kg/ha fue de 12,244, 12,849 y 14,303 en p-2, p-3 y p-4 respectivamente.

Para observar los resultados de una forma general se ha elaborado la Tabla VII en donde se presenta un resumen de los resultados obtenidos y ya mencionados anteriormente con más detalle.

III.5 ADAPTACION DE LA TECNICA TAILANDESA

Para evaluar la aplicación y uso de la técnica tailandesa en México se obtuvieron datos de producción de la misma granja en el mismo período de cultivo pero en distintos estanque estos datos se presentan en la tabla VIII En la tabla IX se muestra una comparación de los gastos típicos que se realizan para desarrollar la técnica tradicional y los gastos que se utilizan en en desarrollo de la técnica Tailandesa. Estos datos se elaboraron con base en las tablas VII y VIII y se ajustaron a un estanque teórico de una hectárea ya que los estanques en ambos casos son diferentes.

Tabla VII. Resultados de la producción en el cultivo intensivo experimental en la granja "Acuacultores de Dimas"

	Estanque P-2	Estanque P-3	Estanque P-4
F. Siembra	25 - 7 -92	12 - 8 - 92	4 - 8 -92
F. cosecha	3 - 11 - 92	28 - 11 - 92	2 - 12 - 92
Dias cultivo	101	108	120
No. PI semb.	253,998	417,491	375,458
A. estanque	3,752 m2	4,950 m2	5,068 m2
Densidad	66 PI/m2	84 PI/m2	74 PI/m2
Peso cosecha	15.4	16	15.2
Kg totales	4,374	6,375	7,249
Alim. usado	4,874 kg	7,238 kg	8,698 kg
FCA	1.11	1.14	1.20
Prod. kg/ha	12,244	12,849	14,303

Tabla VIII. Resultados de producción en la granja " Acuacultores de Dimas"

	E-2	E-1
Fecha de siembra	19/08/92	10/08/92
Fecha de cosecha	17/12/92	07/01/93
Período de cultivo	120 días	150
Camarones Sembrados	302,797	950,550
Talla de los juveniles sembrados	5.6 g	0.15 g
Kilos de camarón sembrados	1700	142
Camarones cosechados	272,517	591,304
Kilos de camarón cosechado	4006	6800
Area del estanque	2.5 ha	2.5 ha
Talla del camarón cosechado	14.7 g	11.5
Sobrevivencia	90 %	62 %
Alimento suministrado	8500 kg	14,600 kg
FCA	3.7	2.1
Crecimiento	0.53 g/semana	0.54 g/semana

Tabla IX. Comparación de los resultados obtenidos utilizando la tecnología tradicional con alimento nacional y la tecnología Tailandesa con alimento C.P.

Parametro	Unidad	Alimento Nacional	Alimento C. P.
Densidad de Siembra	pl/m2	40	80
Sobrevivencia	%	80	80
Talla de cosecha	gramos	12	15
Cosecha total	Kg	3840	9600
Precio de venta	N\$/Kg	12	15
Ingreso bruto (+)	N\$	46,080	144,000
Total alimento consumido	Kg	7680	11,520
Factor Conversion Alimenticia	FCA	2	1.2
Precio del alimento	N\$/Kg	1.90	3.80
Costo total del alimento (-)	N\$	14,592	43,776
Costo de la aereacion (-)	N\$	0.0	3,077
Costo del bombeo (-)	N\$	2,230.45	4,560.85
Costo de la Postlarva	N\$/1000	10.00	10.00
Costo total de postlarva (-)	N\$	4,000	8,000
Utilidad Bruta	N\$	25,257.55	84,586.15

Nota: Cálculo basado en superficie de una ha.

IV DISCUSION

En general la calidad del agua se mantuvo en los intervalos aceptables para el cultivo del camarón. Es comunmente aceptado que el camarón se estresa a concentraciones de oxígeno menores a 2 ppm (Wickens, 1976). Por la acción del fitoplancton estas concentraciones siempre se presentan en las primeras horas de la mañana (Margolles-Sierra y Velazquez-Cuadras, 1991; Madenjian, 1990). Sin embargo, en este estudio se utilizó aireación durante la noche y los concentraciones de oxígeno por la mañana se mantuvieron arriba de los 4 ppm. Otro factor importante para manter el oxígeno en concentraciones aceptables es el recambio de agua y que en este experimento fue de alrededor del 40 % diario lo que mantiene una condición de agua limpia en el estanque. Robertson *et al.* (1992), Wyban y Sweeney (1989) y Wyban *et al.* (1988) coinciden en este punto ya que ellos utilizaron aireación y recambios de agua superiores al 50 % diario y sus registros de oxígeno por la mañana siempre fueron superiores a 5 ppm. En la mayoría de las granjas del estado de Sinaloa no se utiliza la aireación y los recambios de agua "fuertes" sólo se realizan por las mañanas cuando las concentraciones de oxígeno llegan hasta 2 ppm. Esto, sin embargo, raramente llega a ocurrir ya que sus densidades son de 10 camarones/ m² (Margolles-Sierra y Velazquez-Cuadras, 1991).

La salinidad es un parámetro ambiental que juega un papel importante en la

fisiología de los camarones peneidos. Chien (1992) menciona que la muda en salinidades extremas baja o altas requiere de un mayor tiempo y energía para normalizar la osmolaridad de la hemolinfa y esto incrementa el intervalo de vulnerabilidad del camarón, por depredación y canibalismo e incrementa el tiempo para iniciar la búsqueda de alimento. Tseng (1987) menciona que en *P. monodon* los cambios bruscos de salinidad provocan grandes mortalidades. Sin embargo, los granjeros taiwaneses realizan variaciones de salinidad entre los 15 a 20 o/oo para estimular la muda y acelerar el crecimiento (Chen, 1992). Boyd (1989) menciona que la salinidad óptima para el crecimiento de *P. vannamei* varía de 15 a 25 o/oo, pero que esta especie puede tolerar salinidades de hasta 0.5 o/oo por varias semanas. Yong y Reinoso (1982) consideran que el intervalo óptimo de salinidad es de 20 a 30 o/oo y mencionan que a intervalos menores el crecimiento del camarón es moderado. En el medio natural se ha encontrado que la salinidad tiene poco efecto sobre el crecimiento del camarón y la baja salinidad normalmente está acompañada de altas temperaturas y es ésta última a la que se le atribuye la rápida tasa de crecimiento (Edwards, 1977; Menz y Bower, 1980). Particularmente para las granjas del estado de Sinaloa, Camacho (1987) menciona que los intervalos óptimos de salinidad para el camarón blanco son de 20 a 30 o/oo.

En este trabajo predominaron salinidades de 10 a 16 o/oo y la tasa de crecimiento está dentro de intervalo promedio para *P. vannamei*. Se puede decir que la salinidad no es por sí sola un parámetro limitante y bajas o altas salinidades deben estar asociadas con otros factores que no se han considerado por algunos

autores. Entre esos factores se encuentra la capacidad de carga del ambiente, la cual depende de recambios de agua, aireación artificial y cantidad de alimento disponible. La literatura disponible sólo menciona intervalos óptimos pero cuando se hace un análisis de los trabajos se encontro una gran variabilidad en este sentido. Y aunque algunos autores como Boyd (1989) reconocen que *P. vannamei* puede crecer a intervalos menores de los que él mismo señala como óptimos (15- 25 o/oo) no puede profundizar sobre las posibles causas. Discusiones en el mismo sentido se han generado en torno a la especie cultivada en asia (*P. monodon*) y mientras unos autores señalan intervalos óptimos de 15 a 30 o/oo (Chien 1985), otros mencionan que el mínimo soportable por las postlarvas es de 2 o/oo (Cawthorne et. al., 1983). En este trabajo, como ya se mencionó, el intervalo de salinidad fue de 10 a 16 o/oo y se obtuvo una tasa de crecimiento de 0.9 a 1.17 g/semana. Bray y Lawrence (1993) cultivaron *P. vannamei* a 45 o/oo y densidades de 15/m² y obtuvieron tasas de crecimiento de 1.33 a 1.54 g/semana. Entonces el intervalo de salinidad óptimo para *P. vannamei* es mas amplio al reportado, pero se deben tomar en cuenta otras variables que influyen en la capacidad de carga del ambiente.

La temperatura se considera como el parámetro físico que mas influencia tiene sobre la tasa metabólica y por consiguiente sobre la tasa de crecimiento del camarón. En el medio natural, Edwards (1977) encontró que el camarón crece lentamente en los meses en que la temperatura es de 22 °C. Robertson *et al.*

(1992) cultivaron camarón blanco a diferentes temperaturas y encontraron que en un intervalo de 26 a 29.8 °C la tasa de crecimiento fue de 0.9 a 1.19 g/semana y a intervalos de 19 a 29 °C la tasa de crecimiento disminuyó a un intervalo de 0.62 a 0.71 g/ semana. Durante este cultivo se mantuvo la temperatura media en 28 °C y la tasa de crecimiento varió de 0.9 hasta 1.5 g/ semana, pero durante las tres últimas semanas de cultivo la temperatura fue menor a los 24 °C y las tasas de crecimiento fueron de 0.5 g/semana. Es por esa razón que indudablemente la temperatura se considera como el parámetro físico limitante en un cultivo de camarón. En términos prácticos, para las granjas con diseños rústicos (suelos de tierra) la temperatura no se puede controlar como el oxígeno que con equipos relativamente baratos es controlado. La salinidad, como ya se discutió, parece tener un mayor intervalo para el crecimiento óptimo de los camarones. Entonces con las innovaciones tecnológicas de este trabajo (aireación artificial y recambios de agua promedio 40 % / día) se puede resolver en parte la problemática de las bajas producciones de camarón en el estado de Sinaloa

El crecimiento de camarón blanco *P. vannamei*, parece no tener una relación directa con la densidad de siembra ya que se han reportado crecimientos de 0.7 a 1.8 g/semana a densidades de 45 pl/m² (Wyban y Sweeney, 1989), de 1.4 a 1.5 g/semana a densidades de 75 a 100 pl/m² (Wyban *et al.*, 1988) y a una misma densidad de 50 pl/m² se han reportado diferente crecimiento de 0.67 a 2.21 g/semana (Wyban y Sweeney, 1987). Robertson *et. al.* (1992) reportan tasas de

crecimiento de 0.94 y 1.19 g/semana para camarones cultivados a densidades de 223 y 299 pl/m² respectivamente. En el medio natural *P. vannamei* es capaz de crecer a 1.4 g/semana a densidades de 3/m² (Menz y Blake, 1980). Sandifer *et al.* (1988) reportan que no existen diferencias en la tasa de crecimiento de *P. vannamei* cultivado a densidades de 12/m², 20/m², 40/m², 60/m² y 100/m² en estanques rústicos (con fondo de tierra), pero mencionan la importancia de mantener la aireación y recambio de agua de acuerdo a la densidad. Sobre este punto Stokes *et al.* (1987) señalan que como mínimo debe utilizarse 10 hp/ha de aireadores de paletas para una densidad de 40pl/m². Chien (1992) menciona que conforme se incrementa la biomasa se debe incrementar el recambio de agua. Además el agua debe ser recambiada con flujo continuo (Cook, 1991 y Clifford, 1992). En este experimento se usaron como mínimo 16 hp/ha y como máximo 22.8 hp/ha. de aireadores de paletas y recambios de flujo continuo, para densidades mayores de 80 pl/m² y se obtuvieron tasas de crecimiento de 0.9 a 1.12 g/semana. Esta es la diferencia entre las tasas de crecimiento que se obtienen en las granjas del estado de Sinaloa ya que con densidades de 10 pl/m² alcanza tasas de crecimiento de 0.6 a 0.8 g/semana. También existen dos granjas intensivas las cuales cultivan a densidades de 40 pl/m² y sólo logran crecimientos de 0.6 g/semana pero utilizan aireación de 8 hp/ha (SEPESCA/FAO/PNUD, 1991). Tasas de crecimiento similares a 0.6 g/semana han sido reportadas en condiciones distintas, por ejemplo en estanques rústicos a densidades de 20 pl/m² se han obtenido crecimientos de 0.57 a 0.78 g/semana (Freeman *et al.*, 1992). Reid y Arnold (1992) obtienen tasas de

crecimiento de 0.57 a 0.61 g/semana con densidades de 970 y 2132 pl/m² pero en estanques de corriente rápida y con sistemas de esterilización y biofiltración del agua. Estos datos reportados y los obtenidos en este trabajo muestran que las discusiones que mencionan efectos de la densidad de siembra sobre las tasas de crecimiento no han tomado en cuenta la capacidad de carga del sistema de cultivo. En este sentido Wyban *et al.* (1987) encuentran diferencias en la tasa de crecimiento a diferentes densidades y lo atribuyen a la capacidad de carga del estanque. En un estudio posterior Wyban *et al.* (1989) encuentran que con los aireadores se generan diferentes capacidad de carga ya que el número de aireadores por estanque se correlaciona con la tasa de crecimiento de los camarones.

Con estos resultados y analizando lo reportado en otros estudios con *P. vannamei* se puede decir que una de las innovaciones de la tecnología usada en este estudio para el cultivo de camarón blanco en México radica en el estricto control de los recambios de agua, manejo cuidadoso de las condiciones del fondo de los estanques y suficiente uso de la aireación. Asumiendo estos como suficientes en una granja podemos decir entonces que la producción depende directamente de la densidad de siembra, a mayor densidad, mayor será la producción. En este trabajo se obtuvo una producción de 12 a 14 toneladas/ha., la cual es la primera vez que se reporta para las granjas de Sinaloa ya que las más grandes producciones han sido de 5 ton/ha y un mayor número de granjas solo reportan de 1 a 2 ton/ha.

Aquí es donde se puede observar la diferencia e importancia de cultivar a altas densidades y como el adecuado manejo de las condiciones (recambio de agua y aireación) facilita el rápido crecimiento. Al respecto muchos autores han escrito y han señalado que se pueden lograr producciones desde 6 ton/ha hasta 110 ton/ha (Aquacop, 1984; Sandifer *et al.*, 1988; Wybam y Sweeney, 1989; Robertson *et al.*, 1992; Reid y Arnold, 1992) Estos han manejado controles en los recambios de agua que alcanzan hasta el 400 %/día (Robertson *et al.*, 1992) o controles como el uso de biofiltros (Reid y Arnold, 1992). Para la aplicación de estas técnicas a los sistemas comerciales, particularmente a los del estado de Sinaloa se puede decir que sólo bastaría analizar el caso particular de cada una para buscar la posibilidad de utilizar la aireación y el recambio de agua necesario para incrementar la densidad y de esta manera aumentar su producción.

Sandifer *et al.* (1988) señalan que podrían intensificarse (bien diseñados) estanques de 5 hasta 10 ha. Se menciona que la producción depende de la densidad de siembra, tasa de crecimiento y mortalidad de los organismos. Estos tres parámetros están íntimamente relacionados con el control del estanque. El tamaño del estanque también es importante para el control de mismo. Por ejemplo en este experimento se utilizaron estanques de 0.35 a 0.5 ha y se podía recambiar 100 % del agua en sólo 8 horas. El trabajo de Robertson *et al.* (1992) reportan 400 % de recambio al día en estanques de 70 m². Por observación personal se concluye que uno de los problemas que tienen las dos granjas intensivas en el estado de Sinaloa es precisamente el recambio de agua. Entonces para intensificar

el cultivo una granja de camarón se debe pensar también en el tamaño del estanque.

El otro factor considerado como de innovación en la técnica usada en este estudio es el control de la alimentación. El número de veces que el camarón es alimentado al día influirá en la tasa de crecimiento. Wyban y Sweeney (1989) desarrollaron un experimento en el cual alimentaron 1 sola vez al día en un estanque y 4 veces al día en otro y encontraron un mayor crecimiento en el estanque alimentado un mayor número de veces. Estas mismas conclusiones son obtenidas por Robertson *et al.* (1993) en un experimento similar. En este experimento se utilizaron 5 raciones diarias de alimento y un control de la alimentación diaria por medio de canastas de alimentación. El control del alimento de esta forma es más flexible ya que toma en cuenta las condiciones del camarón. Reid y Arnold (1992) utilizan un sistema similar para el control del alimento alimentando 5 veces al día y tomando en cuenta el remanente por ración, sin embargo obtienen factores de conversión alimenticia (FCA) de 1.8 y 2.0. Estos números son muy similares a los reportados por otros autores que no utilizan controles de alimentación de este tipo (Wyban y Sweeney, 1989) y son similares a los que se obtienen en las granjas del estado de Sinaloa. También la calidad del alimento usado juega un papel importante en la obtención de un bajo FCA. Robertson *et al.* (1992) obtienen un FCA de 1.18 y 1.3 con un alimento de fórmula comercial con 45 % de proteína. En este estudio se utilizó un alimento también con

formula comercial pero de 35 a 37 % de proteína y se obtuvo un FCA de 1.11 a 1.20. El punto de apoyo para reforzar el control de alimento por medio de canastas u algun otro método que considere las condiciones del camarón, se basa en una experiencia personal en una granja del estado de Nayarit la cual utilizó el mismo alimento que Robertson et. al. (1992), pero no utilizó controles de alimentación. Esta granja obtuvo FCA de 1.8. Sobre este punto se concluye que son basicamente la calidad del alimento y el control de la alimentación los que daran un FCA bajo y considerando que el alimento representa ~40 % del costo total de producción es considerado entonces que la técnica para controlar la alimentación es también una innovación a las técnicas de cultivo en México.

La adaptación de la tecnología tailandesa al cultivo de camarón blanco en México puede considerarse como excelente en términos económicos y biológicos. Este trabajo reporta la primera vez que tecnología asiática es aplicada al cultivo de *P.vannamei* en México, pero tecnología taiwanesa ya fue aplicada a esta especie en Carolina del Sur, E. U. y quedó demostrado que *P. vannamei* puede cultivarse a altas densidades, manteniendo condiciones de suficiente aireación y recambio de agua, y obtener tasa de crecimiento consideradas en un intervalo promedio adecuado. Además en términos económicos su aplicación fue más rentable que la técnica tradicional en Estados Unidos (Sandifer et al., 1988).

La viabilidad de la tecnología tailandesa, como se muestra en la tabla VII , radica en que es mínima la diferencia en el costo de producción en comparación

con el costo para desarrollar la técnica tradicional. Estos datos comparativos se consideran aceptables ya que son obtenidos en la misma granja y en los mismos períodos de cultivo. Además de que las otras granjas del estado presentan datos similares a estos.

México es un país tradicionalmente agrícola, pero cuenta con grandes extensiones de tierra que no son aptas para la agricultura, (marismas ó salitrales) y sí lo son para la camaronicultura. En estas áreas se encuentran asentamientos humanos que buscan fuentes de ingreso en áreas lejanas ó bien que al incrementarse el número de familias emigran a la ciudad ó al extranjero en busca de empleos.

La camaronicultura en México se presenta como una actividad económica que puede continuar manteniendo empleos para las familias que antaño se dedicaban a la extracción del camarón en esteros y bahías y que debido a la disminución del recurso en su medio, optaron por el cultivo del mismo. Sin embargo, las técnicas utilizadas no han rendido en términos económicos los resultados esperados, por lo que se hace necesario la investigación y aplicación de técnicas de cultivo más avanzadas para lograr su adaptación a las condiciones imperantes en México.

La aplicación de técnicas como la reportada en este trabajo vienen a realzar

los ánimos de las personas involucradas en la camaronicultura (banqueros, inversionistas privados, pescadores tradicionales y entidades gubernamentales) ya que se demuestra la rentabilidad del cultivo de camarón y se presenta como una actividad con un potencial de expansión muy amplio y generadora de empleos en las áreas rurales (costeras) principalmente, donde el gobierno mexicano ha buscado afanosamente la creación de fuentes de empleos para evitar la emigración de campesinos a la ciudad.

Las cooperativas dedicadas a la camaronicultura no han logrado los éxitos esperados mayormente por problemas sociales. Estos se presentan porque la técnica tradicional de cultivo es la extensiva en la cual los estanques son de 50 hasta 100 hectareas y ésto no permite mantener el empleo de todos los miembros por igual, pero sí se debe participar equitativamente de las ganancias obtenidas. Además en este tipo de estanques las producciones son de alrededor de 500 kg/ha.

La opción que se brinda con la técnica desarrollada en este trabajo es que las familias pueden tener sus propios estanques pequeños y trabajarlos separados de los demás socios de la cooperativa. Estos es, convertir las cooperativas con estanques grandes a pequeñas granjas familiares de 5 a 10 ha. cada una y manejadas a su vez por cada familia. En el acuerdo que cada quien es responsable de sus estanques en lo que se refiere a alimentación del camarón, recambios de agua y manejo del equipo de aireación. Esta técnica sí requiere de profesionales

capacitados en camaronicultura, pero no es necesario que cada granja familiar cuente con un técnico, si no que se puede mantener un cuerpo técnico para toda la cooperativa.

La técnica intensiva desarrollada en este trabajo se presenta como mejor opción para el inversionista privado, ya que es una técnica intensiva que no cae en excesivos costos y que sí le permiten obtener producciones competitivas. Esto es, dentro del mercado se mantiene como regla la eficiencia y competitividad. Si un inversionista decide entrar al negocio de camaronicultura optara por el intensivo ya que en menor unidad de area puede obtener mayor producción. Esto es lo más viable ya que las grandes extensiones de tierra de marismas se encuentran en poder de grupos sociales, como los ejidos.

En cuanto al aspecto de impacto ambiental, la construcción de una granja intensiva de 70 ha. con 50 estanques pequeños modifica en menor grado el ambiente que una granja de 400 ha con 10 ó 15 estanques grandes. Además de que la granja intensiva produce más camarón por unidad de area.

V CONCLUSIONES.

Los resultados de este cultivo experimental muestran que con el camarón blanco *Penaeus vannamei* se pueden obtener tasas de crecimiento de 0.9 a 1.17 g/semana, a densidades de 80 pl/m², si es cultivado en condiciones de suficiente aireación y con recambios de agua.

Se concluye que teniendo las condiciones señaladas en el punto anterior la producción depende de la densidad y con densidades de 80 pl/m² se puede obtener producciones de 12 ton/ha./cosecha de 120 días.

El control del alimento que toma en cuenta la actividad alimenticia del camarón resulta ser efectivo para controlar la cantidad de alimento suministrado y obtener un bajo factor de conversión alimenticia .

La técnica tailandesa es adaptable para el cultivo del camarón blanco en México, porque además de los factores biológicos señalados anteriormente su potencial de uso se basa en el manejo de estanques pequeños que modifican en menor grado el ambiente y que se presentan como alternativa para el inversionista privado que no cuenta con extensiones de tierra lo suficientemente grande como para desarrollar la técnica tradicional.

LITERATURA CITADA

Anónimo, 1989. Production of 25 tons per hectare per crop were accomplished in Thailand. Asian Shrimp News. 1: 4.

Anónimo, 1992. Shrimp farms cooperatives in Thailand. Asian Shrimp News 11: 2-3

Aquacop, 1984. Review of ten years of experimental penaeid shrimp culture in Tahiti and New Caledonia (South Pacific). J. of the World Aquaculture Society. 15: 73-91

Aquacop, R. Bader, J. Barret y G. Baisson 1986. Technical results and operations of the first super intensive shrimp farms in Tahiti. Reporte técnico IFREMER Centro Oceanológico del Pacífico. Tahiti, Hawaii.

Boyd, C. E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. Fisheries and Allied Aquaculture Department. Series 2 Auburn University. Alabama E. U. 70 pp.

Bray, W.A. y A.L. Lawrence 1993. Efecto de cuatro sustratos en el crecimiento y supervivencia de *Penaeus vannamei* en dos salinidades. Ciencias Marinas 19 (2): 229-244.

Camacho, B. 1987. El cultivo de camarón en Sinaloa. Manuscrito presentado en el Primer Ciclo de Conferencias para el Desarrollo del Camarón. Mazatlán, Sinaloa. Abril 22-27.

- Cawthorne, D. F., T. Beard, J. Daveport y J.F. Wicking 1983. Responses of juvenile *Penaeus monodon* Fabricius to natural and artificial sea water of low salinity. *Aquaculture* 32: 165-174.
- Clifford, H. C. 1992. Marine shrimp pond management: a review. En Proceeding of the special session on shrimp farming. (Chamberlain G., J. Villalon y J. Wyban ed.) Orlando E.U. Mayo 22-25
- Cook, H. L. 1991. Improving low shrimp production due acid or potentially acid soil. En: Taller sobre el cultivo de camarón. (Zendejas M.C. y G.W. Chamberlain ed.). Mazatlán, México. Julio 17-19.
- C.P. GROUP 1992. Técnicas de alimentacion para la producción de camarón en estanques. C. P. Aquaculture México S.A. de C.V. Mazatlán, Sinaloa. 27 pp
- Chen, J.C., P.C. Liu y Y.T. Lin 1988. Super intensive culture of red-tailed shrimp *Penaeus penicillatus*. *J. of the World Aquaculture Society* 19 (3): 127-131.
- Chien, H.C. 1985. Water quality criteria for farming the grass shrimp *Penaeus monodon*. En: Proceeding of the Firts International Conference of the Culture of Penaeid Praws/shrimps. (Taki Y., J.H. Primavera y J.A. Lloberena ed.) Iloilo, Filipinas.
- Chien, Y.H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. En: Proceeding of the special session on shrimp farming. (Chamberlain G. J. Villalon y J. Wyban ed.). Florida, E. U. Mayo 22-25.

- Del Valle-Lucero, R.I. 1989. Estrategia de la producción y explotación de una laguna costera en México. Universidad Politécnica de Cataluña, España. Tesis Doctoral 266 pp.
- Edwards, R.C.C. 1977. Field experiment on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a Mexican coastal lagoon complex. *Estuarine Coastal Marine Science* 5: 107-121.
- Emberson, G.R. y M.S.K. Lyum 1986. Intensive pond culture of *Penaeus vannamei*. in Hawaii. En: Memorias del Primer Congreso Inter Americano de Acuicultura. Brazil. Septiembre 14-21.
- Freeman, P.W., E.O. Duerr y K.M. Leber 1992. Use of bagasse as feed input to semi-intensive shrimp growout ponds. *J. of the World Aquaculture Society*. 23 (1):23-27.
- Hernandez-Carballo, A. 1987. Pesqueria y ciclo biológico del camarón en el oceano pacífico. Documento interno, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA .Mazatlán, Sin. 14 pp.
- Madenjian, C.P. 1990. Nighttime pond respiration rate: Oxigen or temperature depend?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47: 180-183.
- Margolles-Sierra, M. y M. del C. Velazquez-Cuadras 1991. Influencia de la calidad del agua en los patrones de crecimiento de camarón genero *Penaeus* en cultivo semi intensivo en la granja "Estero del Cuervo" de Enero de 1989 a Marzo de 1990. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa. Memoria del Servicio Social Universitario. 62 pp.

- Menz, A. y B.F. Blake 1980. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Bonne. J. of Experimental Marine Biology and Ecology. 48: 99-111.
- Menz, A. y A.B. Browsers 1980. Bionomics of *Penaeus vannamei* Bonne and *Penaeus stylirostris* Stimpson, in a lagoon on the Mexican Pacific Coast. Estuarine Coastal Marine Science. 10: 685-697.
- Ocean Garden Inc. 1993. Comportamiento del mercado del camarón. Boletín. Año 10 No 58 San Diego, California, E. U.
- Orbe, M.A. y A. Arias 1987. Métodos de Cultivo del Camarón en México. Secretaria de Pesca. México. 28 pp.
- Prager, M.H., S.B. Saila y C.W. Recksiek 1990. FISHPARM. Amicrocomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Technical report 87 - 10, Old Dominion University Research Foundation, Virginia, U.S.A.: 1 - 37.
- Reid, B. y C.R. Arnold 1992. The intensive culture of penaeid shrimp *Penaeus vannamei* Bonne in a recirculation raceway system. J. of the World Aquaculture Society. 23 (2) 146-153.
- Robertson, L., T. Samocha, K. Gregg y A. Lawrence 1992. Potencial de engorda postcriadero de *Penaeus vannamei* en sistema intensivo tipo "raceway". Ciencias Marinas 18 (4) 47-56.
- Robertson, L., A.L. Lawrence y E.C. Castille 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Bonne) Aquaculture

Fish Management 24 (1) 1-6.

Sandifer, P.A., J.S. Hopkins y A.P. Stokes 1986. The potencial for intensive culture of *Penaeus vannamei* in South Carolina. Presentado en 17 reunion de la World Aquaculture Society. Reno E. U. Enero 19-23.

Sandifer, P.A., J.S. Hopkins y A.P. Stokes 1988. Intesification of Shrimp culture in earthen ponds in South Carolina: Progress and Prospects. J. of the World Aquaculture Society. 19 (4) 218-226.

SEPESCA/FAO/PNUD 1991 Diagnóstico integral de las granjas acuícolas camaroneras en el estado de Sinaloa. Fomento y desarrollo de la acuicultura y maricultura. México. Documento de campo. Mazatlán, Sinaloa. 286 pp.

Shigeno, K. 1985. Intensive culture and feed development in *Penaeus japonicus*. En: Proceeding of the firts international conference of the Culture of Praws/Shrimps (Taki Y., J.H. Primavera y J.A. Llobera ed.) Iloilo, Filipinas.

Stokes, A.D., P.D. Sandifer y J.S. Hopkins 1987. Effects of pond size and management practices on intensive culture of *Penaeus vannamei* in South Carolina. J. of the World Aquaculture Society 18 (1) 5A (Abstrac 2).

Tseng, W.Y. 1987. Shrimp mariculture. A practical manual. Chien Cheng Publisher. Taiwan 284 pp.

Weidner, D. y M. Wildman 1992. World overview of shrimp culture. Aquaculture Magazine 18 (6) 37-41.

- Wickens, J.F. 1976. Praw biology and culture. Oceanografic Marine Biology Ann. Rev. 14: 435-507.
- Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston, IL: SYSTAT, Inc.:190-317
- Wyban, J.A. y J.N. Sweeney 1987. Intensive culture of *Penaeus vannamei*. J of the world Aquaculture Society 18 (1): 6A (Abstrac 5).
- Wyban, J.A., C.S. Lee, V.A. Sato, J.N. Sweeney y W.K. Richards 1987. Effect of stoking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. Aquaculture 61 23-32.
- Wyban, J.A., J.N. Sweeney y R.A. Kanna 1988. Shrimp yields and economic potencial of intensive round pond systems. J. of the World Aquaculture Society 19 (4) 210-217.
- Wyban, J.A. y J.N. Sweeney 1989. Intensive shrimp growout trial in round pond. Aquaculture 76: 215-225.
- Wyban, J.A., G.D. Pruder y K.M. Leber 1989. Paddlewheel effects on shrimp growth, production and crop value in commercial earthen ponds. J. of the World Aquaculture Society. 20 (1) 18-23.
- Yong-Basurto, F. y B. Reinoso-Naranjo 1982. Cultivo del camarón marino *Penaeus* en el Ecuador: Metodologias y técnicas utilizadas. Instituto Nacional de la Pesca. Guayaquil, Ecuador. Boletin Cientifico y Técnico 2: 1-45.