

74

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**CAMPUS IZTACALA**

**DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE ORGANISMOS  
DOMESTICADOS DE CAMARÓN BLANCO *Penaeus vannamei*  
A LO LARGO DE DOS GENERACIONES.**

**TRABAJO DE TESIS PROFESIONAL  
QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

2000

**PRESENTA:**

**MARCOS FABIAN QUIÑONES ARREOLA**

**LA PAZ, B.C.S. MEXICO.**

**AGOSTO 2000.**



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.

## DEDICATORIA

### **A MIS PADRES:**

Por el valioso ejemplo y amor que me han brindado durante toda la vida; ustedes han sido y seguirán siendo mi mas grande inspiración. Gracias por ser mis padres...

### **A MIS HERMANOS:**

Manolo, Roxana y Carlitos; por todos los momentos felices que hemos compartido, y por la fortaleza que con su cariño y unión han generado en mi.

### **A MI PRECIOSA:**

Por todo el amor que me das y por estar ahí ... siempre. Te amo...

### **A MIS TIOS Y TIAS:**

Que de una u otra forma siempre he sentido su cariño y apoyo incondicional. Gracias...

### **A MIS ABUELITOS:**

Isabel y Evodio por transmitirme toda su fe y darme todo su amor. Cecilio y Felipita.....En su memoria...

### **A MIS AMIGOS:**

Jesús, Raúl, Daniel, Juan y Mauricio; por enseñarme el valor de la amistad. Que sería la banda sin la banda.....

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Acuacultores de la Península S.A. de C.V., APSA; por habernos proporcionado los datos de producción considerados para el presente trabajo. Agradezco de manera particular las facilidades otorgadas y los comentarios de Jaime Malagamba, Ricardo Du Bost, Francisco Malagamba y Raúl Cervera.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR; por el soporte institucional brindado durante mi formación profesional y por haberme permitido el uso de sus instalaciones, equipo y material biológico necesarios para llevar a buen término este experimento.

A la Universidad Nacional Autónoma de México; UNAM Campus Iztacala, por haberme abierto las puertas del conocimiento. En especial, quiero agradecer a los profesores de las carreras de Biología por la sólida formación que me han brindado.

Al Dr. Ilie Racotta Dimitrov, por su dirección y asesoría en la realización de este trabajo de tesis, como parte del proyecto institucional ABM 15.

Al Biól. Francisco Magallón y al Biól. Guillermo Portillo por sus enseñanzas y apoyo invaluable para mi formación.

Al M.C. Víctor Hugo Cruz Escalona por su valiosa asesoría en la realización de este trabajo y por la amistad incondicional que me ha mostrado siempre.

Al M.C. Sergio Martínez profesor del CICIMAR, quien con sus acertados comentarios y sugerencias contribuyó en el diseño estadístico del presente escrito.

A mis revisores de tesis: Mario Fernández, Angel Moran, Norma Navarrete y Sergio Cházaro por sus valiosas observaciones.

A mis compañeros y amigos Carlos Pérez, Fabiola Arcos, Lucía Campos, Carlos Ceseña, Gilberto Colado, Francisco Velázquez, Julio Reyes, Salvador Maciel y Sandra de la Paz, por la amistad y ayuda que me han brindado durante todo este tiempo.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han compartido sus enseñanzas y me han brindado su apoyo... mil gracias.

# ÍNDICE

---

	Pág.
Resumen .....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	4
Generalidades biológicas .....	4
Reproducción en cautiverio.....	6
Domesticación.....	9
Justificación.....	15
Objetivos.....	16
General.....	16
Específicos .....	16
Material y metodología.....	17
Historial de organismos .....	18
Fase I.....	19
Maternización y engorda .....	19
Fase II. ....	20
Obtención de reproductores por Post-engorda o Captura .....	20
Maduración .....	21
Fase III.....	22
Evaluación del desempeño reproductivo.....	22
Fase IV.....	25
Análisis y procesamiento de datos .....	25
Resultados .....	27
Producción de desoves.....	27
Calidad de desoves .....	35
Producción de nauplios.....	40
Discusión de resultados .....	44
Producción de desoves.....	44
Calidad de desoves .....	50
Producción de nauplios.....	51
Curso temporal de las variables de producción.....	53
Conclusiones.....	56
Bibliografía .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

---

	pág.
Tabla 1. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves totales.....	27
Tabla 2. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves buenos.....	30
Tabla 3. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves eclosionados.....	32
Tabla 4. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves buenos/desoves totales. ....	35
Tabla 5. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para el porcentaje de fertilización.....	38
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los nauplios producidos.....	40
Tabla 7. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los nauplios/desoves eclosionados.....	42
Figura 1. Gráfica de valores promedio del No. de desoves totales durante los años de 1995 y 1996.....	28
Figura 2. Gráfica de desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	28
Figura 3. Gráfica de desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	29
Figura 4. Gráfica de valores promedio del No. de desoves buenos durante los años de 1995 y 1996.....	30
Figura 5. Gráfica de desoves buenos con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	31
Figura 6. Gráfica de desoves buenos con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	32
Figura 7. Gráfica de valores promedio del No. de desoves eclosionados durante los años de 1995 y 1996.....	33
Figura 8. Gráfica de desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	34
Figura 9. Gráfica de desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	34
Figura 10. Gráfica de valores promedio del No. de desoves buenos/desoves totales durante los años de 1995 y 1996.....	36
Figura 11. Gráfica de desoves buenos/desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	37
Figura 12. Gráfica de desoves buenos/desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

---

	pág.
Figura 13. Gráfica de valores promedio del No. de porcentaje de fertilización durante los años de 1995 y 1996 .....	38
Figura 14. Gráfica de porcentaje de fertilización con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	39
Figura 15. Gráfica de porcentaje de fertilización con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	39
Figura 16. Gráfica de valores promedio del No. de nauplios producidos durante los años de 1995 y 1996 .....	40
Figura 17. Gráfica de nauplios producidos con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	41
Figura 18. Gráfica de nauplios producidos con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	41
Figura 19. Gráfica de valores promedio del No. de nauplios/ desoves eclosionados durante los años de 1995 y 1996.....	42
Figura 20. Gráfica de nauplios/ desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1995.....	43
Figura 21. Gráfica de nauplios/ desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1996.....	43

## RESUMEN

La dependencia de reproductores silvestres por la industria camaronesa, ha sido justificada en base a la supuesta pobre calidad de los organismos domesticados. Por esta razón, surge la necesidad de determinar la efectividad en la utilización de organismos domesticados de camarón blanco como fuente constante y confiable de reproductores para la producción de semilla como alternativa para solventar la escasez que la industria de la región demanda. Con este propósito, en el presente trabajo se evaluó el desempeño reproductivo en dos generaciones de reproductores domesticados de camarón blanco *Penaeus vannamei* comparados con lotes de organismos silvestres. Para esto, en 1996, se obtuvieron desoves de reproductores silvestres provenientes de las costas de Sinaloa y Nayarit. Las larvas obtenidas, representaron la primera generación (G1) de organismos domesticados, que a su vez fueron crecidos hasta talla de reproductor (35-40 g), para después ser sometidos a condiciones de maduración. La segunda generación de camarones domesticados (G2), fue producida a partir de esos reproductores (G1). Tanto los organismos domesticados de la G1 como los de la G2, fueron comparados en términos de producción con lotes de organismos silvestres provenientes de las costas de Sinaloa-Nayarit (México). Las variables evaluadas en ambos años fueron: cantidad de desoves totales, desoves buenos, fertilización y nauplios viables.

La principal diferencia obtenida en este trabajo, fue una mayor producción de nauplios por parte de los organismos silvestres comparada con cualquiera de las dos generaciones de reproductores domesticados. Esta diferencia puede deberse en buena medida al mayor tamaño de camarones silvestres, dado que se sabe que la fecundidad está directamente relacionada con el tamaño de los organismos. Por otro lado, el número de desoves viables también fue ligeramente mayor para reproductores silvestres, aunque este resultado dependió de la generación estudiada. En este sentido, se obtuvieron mejores resultados generales para la primera generación de organismos domesticados (G1) que para la segunda (G2) lo cual podría explicarse por condiciones diferentes en la engorda entre ambas generaciones. Finalmente pudo notarse un mejor desempeño reproductivo durante 1996 con respecto a 1995; lo cual puede deberse a la época del año en que fueron capturados y sometidos a la inducción a la maduración. A pesar de la superioridad de los organismos silvestres, el presente trabajo indica que el uso de reproductores domesticados es una alternativa viable, dado que el proceso de domesticación, permitirá aunque no de manera inmediata, el garantizar a largo plazo el mantenimiento de un stock de reproductores constante que ofrezca una producción de semilla durante todo el año y permita la implementación de programas de mejoramiento genético.

## **INTRODUCCIÓN**

En actualidad, una de las principales preocupaciones del hombre moderno es elevar la producción de insumos en la misma proporción en que lo hace la población a nivel mundial. Sin embargo, hoy en día, los terrenos empleados para la ganadería y agricultura, son cada vez mas escasos e insuficientes. Es ahí donde las fuentes de proteína de origen acuático ofrecen otra alternativa, como sustitución de alimentos de origen terrestre. Desafortunadamente, muchas de las especies marinas se encuentran muy cercanas al límite explotable si se continúan aplicando las técnicas de pesca tradicionales, ya que estas técnicas actúan con una enorme presión sobre un número muy limitado de especies, afectando directa o indirectamente el desarrollo de otras más sobre las cuales se sustentan las de mayor interés comercial (Castello-Orvay, 1993; Citado en Mazón, 1996).

Para el caso del camarón en particular, la pesquería se ha visto disminuida en los últimos años, posiblemente debido a factores como el incremento sostenido en la flota pesquera; tanto en altamar como de ribera y de aguas protegidas, el desarrollo de artes de pesca más eficientes, y por último, los cambios climatológicos que afectan su distribución (SEPESCA, 1992). Por estos motivos es que algunos cooperativistas e iniciativa privada han tenido que buscar otras alternativas para obtener ingresos. Una de ellas es la camaronicultura, la cual se ha venido desarrollando e intensificando desde hace algunos años como resultado de el rápido desarrollo de la acuacultura.

La mayoría de los países que cuentan con línea de costa definida, han desarrollado una gran industria pesquera de este crustáceo, donde el 65% del camarón producido en el mundo, proviene tan sólo de 10 países, de entre los cuáles podemos citar a México. Se calcula que aproximadamente el 25% del camarón producido en el mundo, proviene de la acuacultura y más de 50 países situados en áreas tropicales y subtropicales, se encuentran involucrados en esta actividad (Lucien-Brun, 1997).

La producción de camarón en el mundo para 1996, registro un total de 693,000 toneladas métricas, disminuyendo en un 2.5% con respecto al año anterior. Actualmente el 25 % del camarón que se ofrece en el mercado es de cultivo. De este porcentaje el 58 % pertenece al camarón tigre (*Penaeus monodon*), un 22 % al camarón blanco (*Penaeus vannamei*) y el 20 % restante es de otras especies a nivel mundial (Rosenberry, 1997). En nuestro país, la principal especie cultivada, es *Penaeus vannamei*, y se cuenta con gran cantidad de lugares a lo largo de la costa del Pacífico donde el terreno propicio y las condiciones medio ambientales favorables, vislumbran un alentador panorama para el desarrollo a gran escala de la producción no solo de esta especie, sino de diferentes especies nativas de camarón susceptibles de ser cultivadas (Mendoza, 1997).

México actualmente produce aproximadamente 12,000 toneladas métricas de camarón en condiciones de cultivo (1.7% de la producción mundial total) en una extensión de terreno de 14,000 hectáreas, distribuidas en 240 granjas de producción, de las cuales el 25% son de tipo extensivo (1 - 20 organismos/metro cuadrado), el 65% corresponden al tipo semi-intensivo (20 - 60 organismos/metro cuadrado) y el 10% restante, pertenecen a las de tipo intensivo. La producción promedio por kg./ha., es de 857 y la talla de cosecha fluctúa entre los 12 y los 16g. Para el caso de los laboratorios productores de larvas en nuestro país, se cuenta con un total de 20, donde el 30% de los cuales, pertenecen a los considerados como de pequeña escala, el 50% a los de escala media, y el 20% restante a los de gran escala. En cuanto a las especies producidas, encontramos que el 75 % corresponde al camarón blanco *Penaeus vannamei*, y el 25 % restante a *Penaeus stylirostris*. Para esta última especie, la principal fuente de larvas, son los laboratorios; mientras que para el primer caso, la fuente primaria son las larvas provenientes del medio natural. En nuestro país, la camaronicultura tiene lugar principalmente en la zona Noroeste del país, a todo lo largo de la costa del Pacífico Mexicano (Rosenberry, 1997).

## ANTECEDENTES

### Generalidades Biológicas.

En el orden decápoda (Latreille, 1802), se encuentran los crustáceos más grandes y los más conocidos, entre ellos podemos citar como los más representativos a las jaibas, las langostas y los camarones. Los organismos pertenecientes a este orden, se caracterizan principalmente por tener tres pares de maxilípedos, lo que hace que los apéndices torácicos queden reducidos a cinco pares libres, de aquí el nombre de decápodos. Su tamaño varía desde los 3 a 5 mm como es el caso de los copépodos, hasta los 400 mm de largo que pueden alcanzar las langostas (Vázquez y Villalobos, 1980).

En particular, los camarones pertenecientes a la familia Penaeidae, se diferencian de otros decápodos, en que después de eclosionado el huevo tienen un primer estadio conocido como nauplio. Además, las hembras depositan o entierran sus huevecillos en la arena, en vez de acarrearlos hasta el momento de la eclosión. Los organismos pertenecientes a esta familia, poseen un rostro dentado que permite su diferenciación entre sí, de acuerdo con el número de dientecillos y la forma del rostrum. *P. vannamei* es miembro del subgénero *Litopenaeus*, debido a que las hembras tienen lo que se conoce como un "téllico abierto"; es decir, carecen de un receptáculo seminal (Wyban & Sweeney, 1991).

La historia de la investigación científica sobre camarones peneidos se remonta a 1798, cuando Fabricius dio la primer descripción taxonómica del género *Penaeus*. Kubo en 1949, fue el primero que estableció el estatus taxonómico de varias especies del Indopacífico (Kurata, 1985).

En cuanto al ciclo de vida de estos organismos, podemos decir que en el medio natural, el camarón adulto madura, se aparean y las hembras desovan. Los huevos se hunden y después de aproximadamente 14 hrs., eclosiona el nauplio, emergiendo hacia la superficie por fototropismo.

Las larvas pasarán por tres diferentes estadios que son el de nauplio, protozoa y mysis antes de ocurrir la metamorfosis a postlarva. Su alimentación es de la reserva de vitelo durante los estadios de nauplio, fitoplancton durante los estadios de protozoa y finalmente zooplancton en los estadios de mysis.

La postlarva es capaz de alimentarse de gran cantidad de organismos. Durante este período, las larvas se desplazan con la corriente y se introducen a bahías y esteros en donde permanecen hasta ser juveniles. Finalmente se desplazan a mar abierto en donde maduran y se reproducen cerrando así el ciclo de vida ( Treece y Yates, 1988) (Fig. 1).

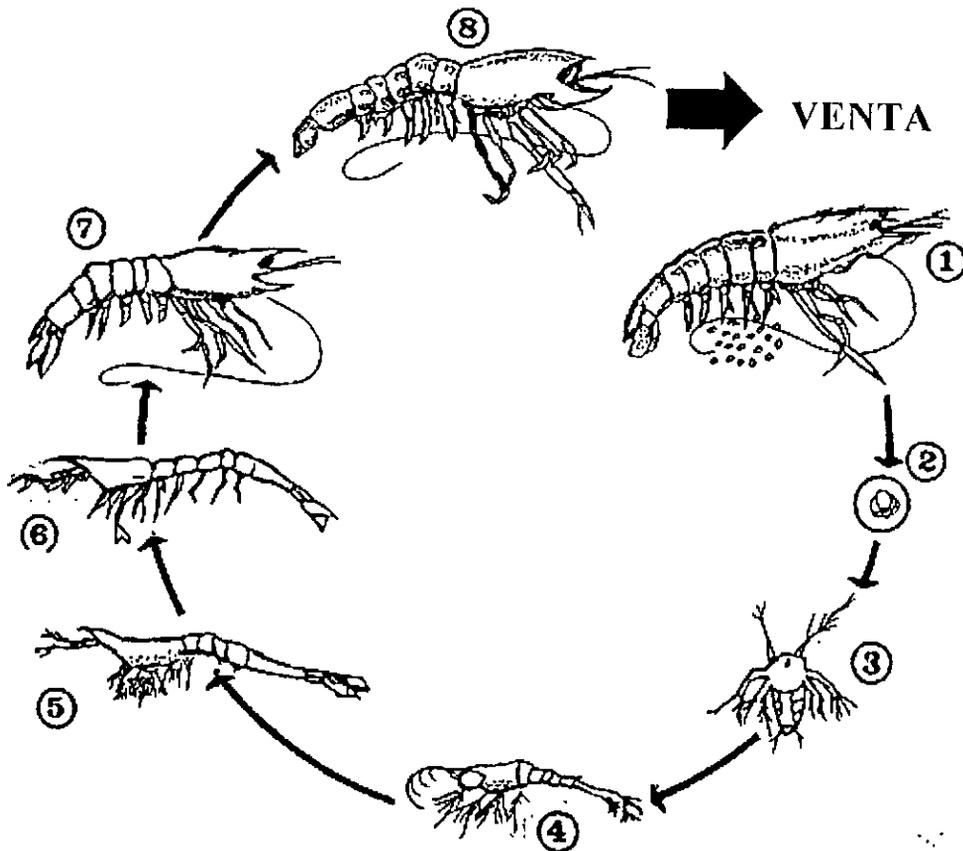
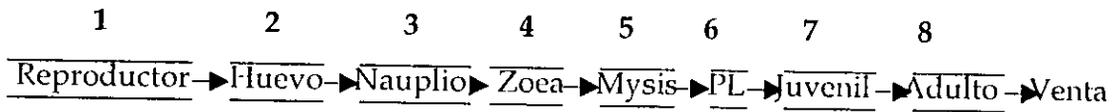


Fig. 1.- Ciclo de vida del camarón blanco *Penaeus vannamei*.

## Reproducción en cautiverio.

El cultivo de camarón, se comenzó a realizar en Japón en la década de los treinta, siendo el Dr. Motosaku Fujinaga el primero en realizar el desove y larvicultura de *Penaeus japonicus*. En 1954 comenzó a operar el primer laboratorio bajo su dirección (SEPESCA, 1984).

Históricamente, la producción de camarón cultivado ha estado basada completamente en la obtención de semilla del medio silvestre, o bien en la captura de hembras maduras y listas para desovar (Harrison, 1990).

La producción de larvas de camarones marinos en condiciones de cultivo, requiere una fuente constante de hembras maduras capaces de producir gran cantidad de huevecillos, que posteriormente se desarrollarán en postlarvas que en estadios más avanzados se utilizarán como semilla para la engorda de camarón en estanques. Sin embargo, esto se ha convertido en un problema que ha frenado hasta cierto punto el desarrollo a gran escala de este tipo de sistemas de producción, dada la insuficiencia de semilla por su dependencia del medio natural. Un problema que puede ser resuelto mediante la producción constante y predecible de postlarvas que garanticen el abasto durante todo el año, y permitan la operación continua de las granjas camaroneras. Es decir, mediante la optimización de técnicas y sistemas de reproducción en cautiverio de camarones peneidos (Mendoza, 1997).

Para la reproducción en cautiverio, no fue sino hasta la década de los setenta, cuando tienen lugar las primeras pruebas realizadas en acuicultura para el caso de camarones peneidos. En esta década, se descubre el desarrollo de técnicas que disminuyen la inhibición del desarrollo gonádico, y aceleran el proceso de la vitelogénesis en cautiverio. Estas técnicas fueron desarrolladas gracias al conocimiento de Panouse, quien en 1943, fue el primero en demostrar que el desarrollo ovárico en el camarón *Palaemon serratus*, era inhibido por una hormona encontrada en el pedúnculo ocular (Bray y Lawrence, 1992).

Sin embargo, no sería sino hasta 1970 cuando las primeras técnicas de ablación del tallo ocular serían puestas en práctica (Bray y Lawrence, 1992).

A finales de 1972 en Nueva Caledonia, comenzaban a sentarse algunas de las bases para la reproducción en cautiverio, que más adelante darían pie a la domesticación, cuando algunos juveniles de camarón de diferentes especies, fueron colectados del medio natural y sembrados en estanques de cultivo semi-intensivo, con la finalidad de determinar la potencialidad de cultivo de las diferentes especies nativas de camarón propias de la región. Las especies utilizadas para éste propósito, fueron: *Penaeus semisulcatus*, y especialmente *Penaeus marginensis*. Sin embargo, los pobres resultados obtenidos en los estanques de cultivo para dichas especies, propiciaron la introducción de nuevas especies, tal es el caso de: *P. japonicus*, *P. monodon*, *P. vannamei* y *P. stylirostris*. Encontrando a ésta última, como la única especie capaz de alcanzar los 20 g en condiciones de cultivo semi-intensivo, en un lapso no mayor a los 6 meses. Los trabajos de investigación continuaron, y algunos años más tarde, pudieron ser determinadas las condiciones óptimas para el desarrollo de reproductores, así como maduración; siendo la principal especie utilizada como sujeto de estudio, el camarón azul *Penaeus stylirostris* (AQUACOP, 1983; Otogalli, *et. al.*, 1988).

En México en 1973 en el Centro de Investigaciones Científicas y tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) con asesoría de la Universidad de Arizona, realizó investigaciones en Puerto Peñasco Son., sobre la producción y el cultivo larvario del camarón azul *Penaeus stylirostris*; obteniéndose sobrevivencias en el cultivo larvario por arriba del 50% (CICTUS, 1986).

Durante los últimos 15 años, los investigadores han sumado esfuerzos, y han sido orientados hacia el manejo controlado de las diferentes especies de camarones peneidos. El reconocimiento de la necesidad de llevar a cabo la reproducción en cautiverio, ha permitido la maduración exitosa y desove de aproximadamente 14 especies de peneidos ( Primavera, 1985). Algunas de estas

especies han madurado y desovado de manera espontánea; bajo ciertas condiciones de cultivo. Sin embargo, el desarrollo y aplicación de técnicas para inducir a la maduración exitosa de camarones peneidos, cobra cada vez mayor importancia. Dentro de esas técnicas, podemos mencionar como las más importantes: la inyección hormonal, aplicación de hormonas mediante implante del ganglio torácico a partir de hembras maduras, control de factores ambientales tales como fotoperíodo, calidad de iluminación, intensidad luminosa y manipulación térmica (Harrison, 1990).

Hoy en día, el método más comúnmente utilizado y que ha brindado mejores resultados en la actualidad, es el método de ablación ocular u oculotomía. Este método permite acelerar el desarrollo gonadal, y consiste en la remoción del complejo órgano x (glándula sinusal) que contiene una hormona que inhibe la maduración (Bray y Lawrence, 1992).

Tradicionalmente, las hembras empleadas para la producción de postlarvas en la actualidad, son obtenidas de diferentes maneras: a).- Mediante la captura de hembras del medio natural en condición de madurez gonádica y lista para desovar; b).- Hembras obtenidas del medio silvestre sin desarrollo gonádico sustancial e inducidas a la maduración y al desove en condiciones de cautiverio (laboratorio) y c).- Hembras provenientes de estanques de cultivo inducidas a la maduración y al desove. En la mayoría de los casos, las fuentes de reproductores más comúnmente empleadas en el cultivo de camarones marinos, son la primera y la segunda. Desafortunadamente en ambos casos, esta fuente no es constante para muchas de las especies comerciales actualmente utilizadas por los productores, como tampoco es constante en las diferentes épocas del año, ni puede ser igual año con año.

Para el tercer caso, la fuente puede ser constante y disponible en cualquier época del año, y aunque todavía existen algunas limitantes de carácter técnico para la utilización, las hembras cultivadas y maduradas en laboratorio ya son una realidad aplicable a nivel comercial (Menasveta, *et. al.*, 1994).

Esta última parte, en que organismos en cautiverio son exitosamente madurados y reproducidos en condiciones artificiales, ya puede ser considerada como parte del proceso de domesticación.

### **Domesticación.**

Aunque no existe un punto exacto para determinar a partir de que momento un organismo se considera domesticado, podemos decir de acuerdo con los términos utilizados por Tave, en 1990, que la domesticación comienza a partir de que el hombre tiene la capacidad de controlar parcial o totalmente los procesos reproductivos de una especie determinada en cautiverio; más aún, cuando se tiene un completo dominio del ciclo de vida. (Tave, 1990).

El proceso de domesticación de reproductores, es actualmente un protocolo ya contemplado por muchos productores de postlarvas de camarón en todo el mundo. Para América latina no es la excepción, ya que desde hace ya varios años como resultado de años de selección e investigación de camarones *stylirostris*, surge una cepa conocida como Super Shrimp (SS); cuya primer generación tuvo su origen en camarones azules silvestres en Panamá que posteriormente fueron introducidos a Colombia en la década de los ochenta. Después de 5 años iniciales de selección y domesticación en cautiverio, una línea SS se introdujo a Venezuela, donde el proceso de selección y domesticación continuó. La línea actual de SS *Penaeus stylirostris*, cuenta con más de 20 generaciones de selección y reproducción para crear resistencia contra enfermedades y un mayor potencial de crecimiento (Clifford, 1997).

Existen algunas otras empresas en Latinoamérica donde actualmente se están realizando procesos de domesticación y selección genética, tales como: Ricoa y siembras marinas de Venezuela, Aqualab y CENAIM en Ecuador.

En nuestro país, actualmente se cuenta ya con diversos programas de domesticación en diferentes empresas y centros de investigación. Tal es el caso de algunas empresas como Aquanova, donde se pretenden realizar procesos de selección a cada etapa del proceso para los futuros reproductores, desde la maduración, hasta las postlarvas que se van a sembrar como futuros reproductores. En la empresa Génesis, se está operando ya con generaciones de progenitores obtenidos en sus instalaciones. El laboratorio de este consorcio acuícola-industrial, se ubica en Puerto Peñasco Sonora y tiene ya siete años produciendo y comercializando larvas de camarón.

A nivel regional por su parte, es importante destacar la participación de la empresa Acuacultores de la Paz S.A. de C.V., que en conjunto con Investigadores del CIBNOR de la Paz B.C.S., realizan trabajos de investigación en evaluaciones de familias como parte de un programa de selección en organismos de camarón blanco *Penaeus vannamei*. (Gómez, 1997).

Para un buen rendimiento en cualquier programa de domesticación, es necesario asegurar la sucesión de generaciones a través de la reproducción. A su vez, se buscaría un buen rendimiento reproductivo tanto para lograr la independencia de los lotes silvestres como para asegurar la cantidad de la(s) línea(s) domesticada(s). Al respecto podemos considerar que los investigadores Franceses de Nueva Caledonia y Tahití han sido pioneros en lograr la domesticación para un buen desempeño reproductivo por varias generaciones (Otogalli *et.al.*, 1988; Lucien - Brun, 1997). Durante la experiencia adquirida por mas de dos décadas, han establecido las condiciones de engorda y tamaño/edad que tienen que ser alcanzadas para los reproductores ( Aquacop, 1979, 1983; Otogalli *et.al.*, 1988).

Sin embargo, las condiciones pueden ser variables en cada región, y existen aún bastantes controversias en cuanto al desempeño reproductivo de organismos domesticados comparado con el de organismos silvestres. A continuación se hace una recopilación sobre ésta problemática que constituye el tema central del presente trabajo. Para esto se consideran una serie de variables de producción que reflejan el desempeño reproductivo tanto de un punto de vista cuantitativo ( Número y frecuencia de desoves, No. de huevos y No. de nauplios), como de calidad de la progenie (% de desoves viables, % de fertilización y eclosión, sobrevivencia a zoea).

Una variable comúnmente medida para conocer el desempeño reproductivo de camarones en condiciones de producción, es la frecuencia de desoves en términos de número de desoves por unidad de producción (hembra o piscina) en determinado tiempo (día, semana o mes). Varios trabajos reportan que la frecuencia de desoves es menor en organismos domesticados que en silvestres ( Cavalli, *et.al.*, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a), aunque no siempre es el caso (Browdy, 1986). Algunos autores reportan una relación entre frecuencia de desoves y tamaño corporal ( Menasveta, *et.al.*, 1994; Cavalli, *et.al.*, 1997; Palacios, *et.al.*, 1999a). Por otro lado, el porcentaje de hembras que maduran y desovan, así como el número de desoves consecutivos, también son más bajos en caso de reproductores domesticados ( Menasveta *et.al.*, 1993, 1994; Cavalli *et.al.*, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a).

Las cantidades de huevos y nauplios obtenidas en condiciones de maduración inducida, representan el producto final del proceso, por lo cual son variables muy importantes a obtener. El rendimiento reproductivo en términos de estas variables, puede expresarse como número de huevos o de nauplios por desove individual.

Adicionalmente, muchos autores también expresaron estas variables como número de huevos o nauplios totales producidos por unidad de producción (hembras o piscina) en determinado tiempo; lo cual en realidad, considera un producto matemático entre la producción por desove individual, y la frecuencia de desoves.

Dado que la comparación de frecuencia de desoves entre organismos domesticados y silvestres fue discutida anteriormente, se analizará aquí de manera más particular, la productividad por desove individual. La mayoría de los autores coinciden en que el número de huevos o fecundidad, es considerablemente mayor para organismos silvestres (Menasveta *et.al.*, 1993; Mendoza, 1997; Cavalli *et.al.*, 1997; Ibarra *et.al.*, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a).

La producción de una mayor cantidad de huevos generalmente se traduce también en un número mayor de nauplios para organismos silvestres ( Palacios, *et.al.*, 1999 b; Cavalli *et.al.*, 1997; Mendoza, 1997). Estas diferencias en el número de huevos y nauplios, se deben principalmente a un peso corporal menor en caso de los organismos domesticados dado que se sabe que existe una relación entre fecundidad y tamaño ( Emmerson, 1980; Otogalli *et.al.*, 1988; Hansford y Marsden, 1995). De hecho, en los pocos trabajos en los cuales se usan reproductores domesticados cuyo peso es similar al de los organismos silvestres, la producción de huevos y/o nauplios, es comparable (Browdy, 1986; Menasveta *et.al.*, 1994).

Al considerar la producción total de huevos y nauplios por unidad de producción, las diferencias entre lotes domesticados y silvestres, se acentúan aún mas, dada la superioridad de los organismos silvestres tanto en frecuencia de desoves como en número de huevos y nauplios por desove.

Sin embargo, y al menos en caso de *Penaeus monodon*, el menor costo de los organismos domesticados compensa la inferioridad de estos lotes desde el punto de vista rendimiento reproductivo. (Menasveta *et.al.*, 1993; Makinouchi y Hirata, 1995).

Otra variable importante a considerar para poder comparar el desempeño reproductivo es la calidad de los desoves y larvas resultantes basada en diversos indicadores que se analizan a continuación:

El porcentaje de fertilización es similar para ambos orígenes (Browdy, 1986; Menasveta *et.al.*, 1993; 1994) o inclusive mayor para organismos domesticados (Cavalli *et.al.*, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a). Para el caso del porcentaje de eclosión o nauplios, los resultados son variables dado que se ha reportado que en organismos domesticados es menor (Makinouchi y Hirata, 1995; Mendoza, 1997), igual (Browdy, 1986; Menasveta *et.al.*, 1993), o mayor (Menasveta *et.al.*, 1994; Cavalli *et.al.*, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a), comparado con organismos silvestres.

Son pocos los trabajos que hayan comparado la calidad de la larva posterior al estadio de nauplio y en general no hay diferencias en el porcentaje de metamorfosis a zoea (Cavalli *et.al.*, 1997). Otros criterios de calidad como la morfología del embrión y la presencia de bacterias indican cierta inferioridad de los desoves obtenidos a partir de los organismos domesticados (Hammed, 1997). Sin embargo, la composición bioquímica de huevos y nauplios no es diferente entre organismos silvestres y domesticados, sugiriendo al menos que no se trata de un problema de disponibilidad de reservas energéticas (Ibarra *et.al.*, 1997).

En resumen, se puede observar que existen aún bastantes controversias sobre el uso de reproductores domesticados, por lo cual es necesario tener un comparativo particular para la especie que se va a usar y las condiciones de obtención de reproductores domesticados.

Es importante señalar que el proceso de domesticación, aunque no es un proceso inmediato, garantiza a largo plazo el mantenimiento de un stock de reproductores constante, que permita una producción de semilla durante todo el año y la implementación de programas de mejoramiento genético. Además de ofrecer también organismos más resistentes a las cambiantes condiciones del medio que en las granjas de cultivo se presentan.

Sin embargo y tal como se mencionó anteriormente, los efectos de la domesticación en términos de producción aún no están claros, pues todavía es necesario realizar muchos más estudios que nos permitan ampliar el conocimiento en torno a este tema. (Sreekumaran, 1987; Gómez, 1997).

La última piedra angular para elevar la calidad productiva en reproductores en cautiverio, será alcanzada por los camaricultores que están ya implementando y trabajando con programas de domesticación en sus granjas de cultivo, y cuando se puedan también, definir mejores criterios de calidad en estadios larvales y postlarvales, mayor conocimiento para la elaboración de dietas, mejor manejo de los sistemas en cautiverio y una mejor diagnosis, prevención y diagnóstico de las diferentes enfermedades ( Bray y Lawrence, 1992).

## JUSTIFICACIÓN

La producción de generaciones sucesivas de reproductores es de gran importancia por un gran número de razones: en primer lugar porque la colecta de reproductores provenientes del medio natural, resulta muy costosa, además de riesgosa, debido a que con ella también existe el peligro inminente en la introducción de hongos, bacterias y enfermedades vírales, que puedan ocasionar una pérdida de tiempo y dinero (Browdy, 1986). Además, el establecimiento de poblaciones de reproductores en cautiverio permite la creación de una fuente constante de organismos con características uniformes durante todo el año, así como diferentes programas de selección, hibridación y genéticos cuyo éxito dependerá del desarrollo de tecnologías de producción de generaciones sucesivas de reproductores así como de su stock genético. (Ramos L, 1995). Por las razones anteriormente expuestas, y con el propósito de ampliar el conocimiento, resolver problemas y proponer alternativas al sector productivo en lo que respecta al tema de la domesticación dentro del campo de la acuicultura, el presente trabajo enfocará su atención en la evaluación del desempeño reproductivo en dos generaciones de reproductores de camarón blanco *Pennaeus vannamei*. Teniendo como principales objetivos, el evaluar dicho desempeño en términos de variables cuantitativas de producción, así como de variables de la calidad de la progenie tanto en organismos domesticados como en silvestres. La obtención de estos indicadores de producción, nos permitirá disipar algunas dudas acerca de las ventajas y desventajas que la domesticación ofrece. Dado el cuestionamiento sobre el desempeño y calidad en reproductores domesticados en comparación con los silvestres.

El presente estudio también, determinará la efectividad en la utilización de organismos domesticados de camarón blanco como fuente constante y confiable de reproductores para la producción de semilla como alternativa para solventar la escasez que la industria de la región demanda.

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo general:**

- Evaluar el desempeño reproductivo de organismos domesticados de camarón blanco *Penaeus vannamei* a lo largo de dos generaciones.

### **Objetivos específicos:**

- Llevar a cabo el crecimiento de organismos hasta tamaño de reproductores (Postengorda)
- Comparar del desempeño reproductivo de organismos silvestres y domesticados en términos de variables cuantitativas de producción ( No. de desoves y No. de nauplios totales ).
- Comparar del desempeño reproductivo de organismos silvestres y domesticados en términos de variables de calidad de la progenie ( % de fertilización, % de desoves viables y No. de nauplios por desove).

## **METODOLOGÍA**

El experimento, fue conducido en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y la empresa Acuacultores de la Península S.A. de C.V. Durante la fase experimental, se realizó un seguimiento que para mayor facilidad se subdividió en cuatro Fases:

### **Fase I.**

Maternización y Engorda .

### **Fase II.**

Proceso de postengorda e inducción a la maduración .

### **Fase III.**

Evaluación del desempeño reproductivo durante dos generaciones sucesivas (cantidad de desoves totales, desoves buenos, fertilización, y nauplios viables).

### **Fase IV.**

Análisis y procesamiento de datos .

## HISTORIAL ORGANISMOS

Proceso de selección para la domesticación.

### ORIGEN SILVESTRE

**Captura:** Sinaloa-Nayarit

**Año:** 1994

**Talla:** (40-50g)

### ORIGEN DOMESTICADO (G1)

**CIBNOR La Paz., B.C.S.**

**Maternización:** Estanques supralitorales

**Tiempo:** 3 meses **Año:** 1994

**Selección:** Baja de Oxígeno (3g)

**Engorda:** Estanques litorales

**Tiempo:** 5 meses **Año:** 1994-1995

**Selección:** Tallas (20-26g)

**Postengorda:** Estanques supralitorales

**Tiempo:** 4 meses **Año:** 1995

**Selección:** Tallas (35-40g)

**APSA La Paz., B.C.S.**

**Reproducción:** Laboratorio de la empresa

**Año:** 1995

### ORIGEN DOMESTICADO (G2)

**APSA La Paz., B.C.S.**

**Maternización:** No realizada (siembra directa)

**Engorda:** Estanques de la empresa

**Tiempo:** 5 meses **Año:** 1995

**Selección:** 14-16.5 g.

**Postengorda:** Estanques supralitorales

**Tiempo:** 7 meses **Año:** 1996

**Selección:** Tallas (35-40g).

**Reproducción:** Laboratorio de la empresa

**Año:** 1996

## FASE I.

### Maternización y engorda.

En 1994 a finales del verano, se obtuvieron reproductores silvestres (G0) que fueron capturados en las costas de Sonora-Nayarit y transferidas a la empresa APSA como parte de su procedimiento normal de producción de larvas de camarón. Las postlarvas obtenidas (PL 7- 10, 0.8/8mg, 12mm) fueron sembradas a una densidad de 750 PL /m<sup>2</sup> en un sistema de maternización y preengorda hiperintensiva de camarón blanco *Penaeus vannamei*, en seis estanques supralitorales de forma trapezoidal de 2 x 6 x 12 m., con tres tipos diferentes de recubrimientos plásticos por duplicado. Después de 112 días de cultivo, los camarones registraron un peso promedio final de 2.67g y una longitud promedio final de 64.98 mm. la densidad de cosecha al final de la pre-engorda fue de 600 juveniles/m<sup>2</sup> (Aramburu, 1997). La pre-engorda fue realizada a finales de 1994, y los juveniles obtenidos de ese ciclo se les denominó G1; nombre que se asigna comúnmente a la primera generación de camarones en cautiverio, a partir de organismos silvestres (G0).

Cabe resaltar que durante el período de maternización y pre-engorda, algunos organismos fueron expuestos a una baja de oxígeno accidental, lo que ocasionó mortalidad masiva en 2 de los estanques de cultivo. Los organismos sobrevivientes a este incidente, fueron los más grandes; es decir juveniles que se encontraban en un peso por encima de la media. Estos organismos, fueron colocados para su engorda en un estanque de mareas por separado, a baja densidad (5 org/m<sup>2</sup>) (Ibarra, *et.al.*, 1997).

El ciclo de engorda para el caso de los organismos de la primera generación (G1) a principios de 1995, se realizó en tres estanques litorales del CIBNOR (cada uno de ellos de 1 ha. de superficie) por un período de 160 días.

Los estanques fueron sembrados con juveniles de camarón blanco provenientes de los estanques de maternización arriba mencionados; la densidad de siembra fue de 10 org/m<sup>2</sup> para los estanques 1 y 2, y para el estanque 3 fue de 5 org/m<sup>2</sup> (sobrevivientes a la baja de oxígeno). Los camarones después de 160 días de cultivo alcanzaron un peso promedio de 24 gramos en el estanques 3, de 20 gramos para el estanque 1 y de 15 gramos los del estanque 2. (Minjares, 1996).

El ciclo de engorda para la segunda generación (G2); se realizó con PL 10-15 obtenidas a partir de los reproductores de la primera generación (G1) en 1995. En este caso la engorda se efectuó en los estanques de la empresa APSA ( 3 estanques:1, 3 y 6 Ha.) a una densidad de 30 organismos/m<sup>2</sup>. Al cabo de 5 meses de cultivo, los organismos alcanzaron un peso promedio de 11.6 g. (Ibarra, comunicación personal).

## **FASE II.**

### **Obtención de reproductores por Post-engorda o Captura.**

Tanto para la G1 en 1995 como para la G2 en 1996, después del proceso de engorda, se seleccionaron los organismos de las mayores tallas y pesos registrados en cada uno de los estanques; hasta obtener un total de 1,000 adultos de camarón blanco que fueron colocados en un estanque supralitoral con recubrimiento plástico de 1000 m<sup>2</sup>. de superficie, a una densidad de 1/m<sup>2</sup>; con la finalidad de realizar el proceso de post-engorda. Hasta esta parte, el seguimiento realizado se llevó a cabo en las instalaciones del CIBNOR, S.C. Los reproductores obtenidos en dichas instalaciones, fueron utilizados posteriormente por la empresa privada Acuacultores de la Paz, S.A. de C.V. (APSA) para ser madurados y desovados en sus Instalaciones.

En cuanto a los organismos silvestres utilizados también en el presente trabajo, éstos fueron capturados tanto en 1995 como en 1996 en las costas de Sinaloa-Nayarit (México) y madurados en las instalaciones de la empresa con las técnicas estándar utilizadas por los laboratorios de maduración.

### **Maduración.**

Para la siguiente etapa, los organismos fueron transportados a la empresa APSA. Cabe señalar, que para el caso de los organismos evaluados durante 1995, se realizó un seguimiento diferido; ya que los organismos silvestres, fueron sembrados en las 12 piscinas, durante los meses de marzo-abril; donde permanecieron hasta el mes de julio-agosto, dependiendo de la fecha de siembra. En tanto, los organismos domesticados de la Primera generación (G1), fueron sembrados en las mismas a partir de los meses de julio-agosto y permanecieron allí hasta prácticamente los últimos meses del año.

Para el caso de 1996, los organismos silvestres fueron sembrados en 5 piscinas en diferentes épocas : 1 piscina en mayo, 1 en junio, 2 en julio, y 1 en agosto. Los organismos domesticados por su parte, fueron sembrados en 5 piscinas en el mes de agosto.

Los organismos permanecieron en producción aproximadamente 3 meses en las siguientes condiciones: tanques de maduración de fibra de vidrio de color negro de 25 m<sup>2</sup>, a una densidad de 6 org/m<sup>2</sup>, en una proporción de hembras y machos de 1:1, con un fotoperíodo de 12:12 ( doce horas de luz por doce de obscuridad), recambio de agua del 200 % diario, a una temperatura de 28 °C y 36 ppm de salinidad. (Palacios, et.al. 1999a)

Para poder inducir a los organismos a alcanzar la madurez gonádica lo antes posible, se suministraron dietas de alimento fresco combinadas con alimento peletizado especial para maduración.

Las proporciones de los distintos alimentos, fueron las siguientes: calamar en un 40%, poliquetos 15%, almeja en un 40% y 5% alimento peletizado (marca Rangen Inc., Idaho, USA). El alimento fue dividido en 5 raciones diarias, que sumadas conformaban el 10% de la biomasa total. En cada uno de los tanques de maduración, cabe resaltar que diariamente también el exceso de alimento, mudas y camarones muertos, fueron retirados los tanques de maduración y registrados cada mañana.

Para el caso de las hembras además de la dieta, fue necesario realizar la ablación unilateral del pedúnculo ocular en cada una de ellas, después de una semana de aclimatación durante la cual el 80 % de los organismos mudaron.

### **FASE III.**

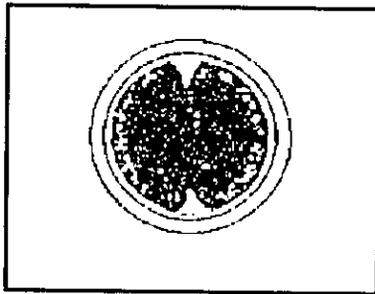
#### **Evaluación del desempeño reproductivo.**

Una vez realizada la ablación, los organismos fueron revisados diariamente al atardecer (entre las 18:00 y 23:00 hrs.) mediante la observación del tamaño y color de la gónada a través del exoesqueleto. La condición particular de cada una de las hembras, se realizó mediante su remoción individual de la piscina mediante una red, las hembras fueron inspeccionadas para verificar la presencia de espermátóforo. Las hembras maduras ( gónada bien desarrollada, y de color oscuro) y apareadas (con presencia de espermátóforo adherido), se transfirieron a cubos de desove individual de 160 l de capacidad, donde permanecieron toda la noche. Las hembras con la gónada madura pero que no presentaron signos de apareamiento, fueron regresadas al tanque de maduración, por lo que sólo el número de apareamientos por hembra fueron registrados. Las hembras maduras pero que no se aparearon, algunas veces desovan de manera directa en los tanques de maduración; sin embargo, esos desoves no se tomaron en cuenta dentro del conteo.

A la mañana siguiente, las hembras fueron regresadas a sus piscinas, ya sea que hayan desovado o no, los huevos se revisaron para evaluar la viabilidad con base en el % de fertilización. En el caso de las hembras que presentaron desove, tres muestras de 5 ml fueron tomadas. Los criterios tomados para la evaluación de los diferentes tipos de huevos con desarrollo normal y anormal, corresponden a los descritos por AQUACOP (1977), y Primavera y Posadas (1981).

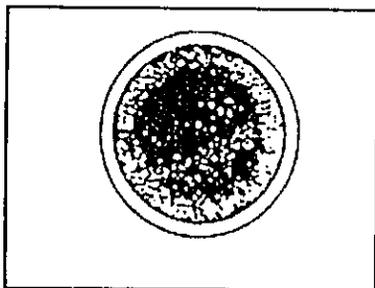
Para el caso particular de este experimento, se emplean dos criterios principales:

□



□ **Huevos con desarrollo y fertilización normales;** que presentan una membrana externa continua y esférica, generalmente libre de bacterias y otros patógenos, presencia de un color verde oscuro generalmente, membrana embriónica distinguible, división celular

simétrica y perfectamente visible dentro del huevo. Estos huevos generalmente se caracterizan por dar origen a nauplios viables y de buena calidad.



□ **Huevos no fertilizados;** que se diferencian de los fertilizados y translúcidos por la presencia de un color naranja que les rodea; división celular no observable y la membrana embriónica no separada de la membrana del huevo. (Hammed, 1997).

Los desoves obtenidos y considerados viables ( de acuerdo con las características arriba mencionadas), fueron colocados en tinas de eclosión de 70 l de capacidad. Al día siguiente, los nauplios eclosionados son cosechados

mediante luz (fototropismo positivo) y transferidos a cubetas donde son contados y revisados al microscopio para verificar su completo desarrollo mediante tres muestras de 5 ml cada una.

Para la evaluación de las variables presentadas durante el desarrollo del presente experimento, se tomaron en cuenta características cuantitativas y cualitativas de producción.

Los parámetros evaluados durante esta fase fueron:

- No. de desoves totales diarios por piscina ( número de apareamientos).
- No. de desoves buenos diarios por piscina. ( Fertilización en un porcentaje mayor al 40%)
- No. de desoves eclosionados diarios por piscina ( que producen nauplios).
- Relación entre desoves buenos y desoves totales.
- Porcentaje de Fertilización por desove. (3 alíquotas; conteo de huevos c/ desarrollo normal *vs* totales). Calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Fertilización} = \frac{\text{No. total de huevos fertilizados}}{\text{Total de huevos desovados}} \times 100$$

- No. de nauplios totales / día por piscina
- No. de nauplios / desove.

Calculados a partir de la Relación :

$$\text{No. de nauplios/desove} = \frac{\text{No. de nauplios totales por piscina}}{\text{Desoves eclosionados por piscina}}$$

El mismo procedimiento de evaluación se realizó durante dos generaciones sucesivas de reproductores domesticados vs diferentes lotes de reproductores silvestres.

#### **FASE IV.**

##### **Análisis y procesamiento de datos .**

Las variables registradas mencionadas en la Fase III, se analizaron estadísticamente por un ANOVA trifactorial (Steel-Torrie, 1986) en el cual los factores considerados fueron los siguientes:

- Año o generación con dos niveles: 1995 y 1996 que corresponden a la 1a. y 2a. generación en el caso de organismos domesticados.
- Origen con 2 niveles: domesticados y silvestres.
- Tiempo en piscina con 8 niveles: 8 semanas en producción.

Los datos que no presentaron una distribución normal o que no tenían una varianza homogénea, fueron transformados a raíz cuadrada por cumplir con estos criterios del ANOVA.

Para cada variable, en la sección de resultados se presentaron los datos en los siguientes formatos:

- Tabla de resultados del ANOVA trifactorial.

- Valores gráficos de valores promedio obtenidos durante 1995 y 1996 para organismos silvestres y domesticados. Cabe aclarar que en el caso de organismos domesticados, los datos de 1995 corresponden a la 1a. Generación (G1) y los de 1996 a la segunda generación (G2).
- Gráficas de datos en función del tiempo que los organismos llevaban en piscina, a lo largo de un ciclo de producción de varias semanas. Para esto se considera como tiempo cero (T<sub>0</sub>) al día en que fue realizada la ablación y se tomaron en cuenta 8 semanas de producción, dado que este período representó el tiempo mínimo que una piscina estuvo en producción.

En el texto se hace referencia a valores promedio  $\pm$  desviación estándar.

## RESULTADOS

Las variables que fueron monitoreadas y cuya descripción se menciona en la sección de material y métodos, se agruparon en las siguientes categorías: Producción de desoves diarios por piscina (totales, viables fertilizados y eclosionados); calidad de desoves (porcentaje de fertilización evaluado para cada desove individualmente, y relación entre desoves buenos con respecto a los desoves totales); Producción de nauplios (No. de nauplios/día por piscina y No de nauplios/desove).

### A) Producción de desoves.

#### Desoves totales.

Se observó que el desempeño de los organismos silvestres (S) en cuanto al número de desoves totales fue menor con respecto a los organismos domesticados (D), ( $P < 0.0001$ ; Tabla 1).

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
<b>Año</b>	1	3.58	1871	0.45	7.96*	< 0.01
<b>Origen</b>	1	21.46	1871	0.45	47.68*	<< 0.001
<b>Tiempo</b>	7	6.17	1871	0.45	13.71*	<< 0.001
<b>Año x Origen</b>	1	97.33	1871	0.45	216.33*	<< 0.001
<b>Año x Tiempo</b>	7	1.43	1871	0.45	3.17*	< 0.01
<b>Origen x Tiempo</b>	7	1.84	1871	0.45	4.09*	< 0.001
<b>Año x Origen x Tiempo</b>	7	0.57	1871	0.45	1.26	NS
* Diferencias significativas; NS No significativas	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Grados de Libertad	Cuadrado Medio		

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves totales

El promedio global de desoves diarios por piscina para organismos silvestres fue de  $3.4 \pm 2.7$ , mientras que para domesticados fue de  $4.3 \pm 3.1$ .

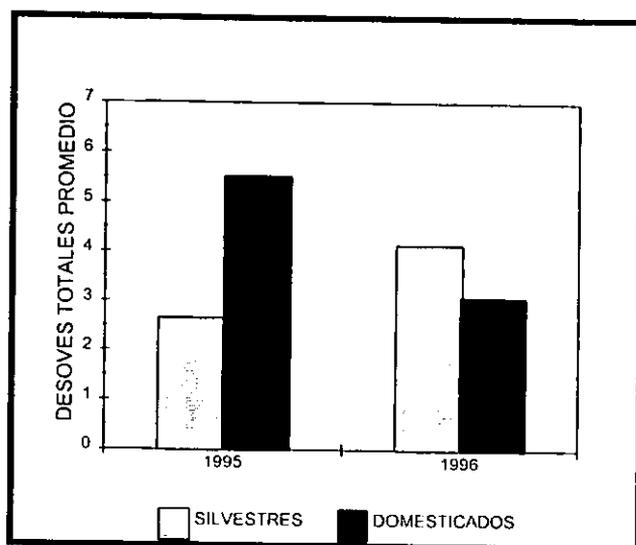


Fig.1. Gráfica de valores promedio del No. de desoves totales durante los años de 1995 y 1996.

organismos silvestres, se obtuvo un valor de  $S = 2.6 \pm 2.5$ ; mientras que para los domesticados, el valor fue de  $D = 5.5 \pm 3.1$ . Para el año de 1996, se dio un fenómeno inverso, ya que los organismos silvestres mostraron valores mayores con respecto a los domesticados;  $S = 4.1 \pm 3$ ,  $D = 3.1 \pm 2.5$  (Fig. 1).

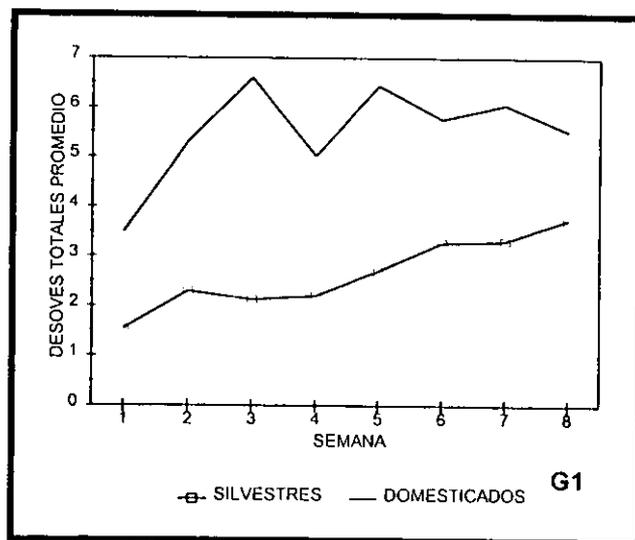


Fig.2. Gráfica de desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1995.

Sin embargo, el desempeño de los organismos para este factor, dependió del año o generación en el cual se tomaron los datos, tal como lo muestra la interacción Año x Origen ( $P < 0.0001$ ; Tabla 1). Se observó que el desempeño de los organismos silvestres en cuanto al número de desoves totales/día, fue menor con respecto a los organismos domesticados para el año de 1995; teniendo que para los

El éxito reproductivo más alto alcanzado, fue el de organismos domesticados de la primera generación durante 1995, con un promedio de 5.5 desoves/día/piscina. Lo anterior explica un rendimiento general promedio (silvestres y domesticados), mayor para 1995 ( $4.1 \pm 3.2$  desoves totales/día/piscina) comparado con 1996 ( $3.6 \pm 2.8$ ), ( $P < 0.001$ ; Tabla 1).

Al analizar el curso temporal de esta variable a lo largo del ciclo de producción considerado ( 8 semanas ) también se observó un efecto significativo del factor tiempo en piscina (  $P < 0.0001$ ; Tabla 1 ). Sin embargo, la influencia de este factor dependió de la generación y origen particular, tal como lo ilustraron valores significativos de las interacciones Año x Tiempo ( $P < 0.01$ ; Tabla 1), y Origen x Tiempo ( $P < 0.001$ ; Tabla 1). Si bien en todos los casos, hubo un incremento en la producción durante las primeras semanas la tendencia posterior fue diferente en cada caso.

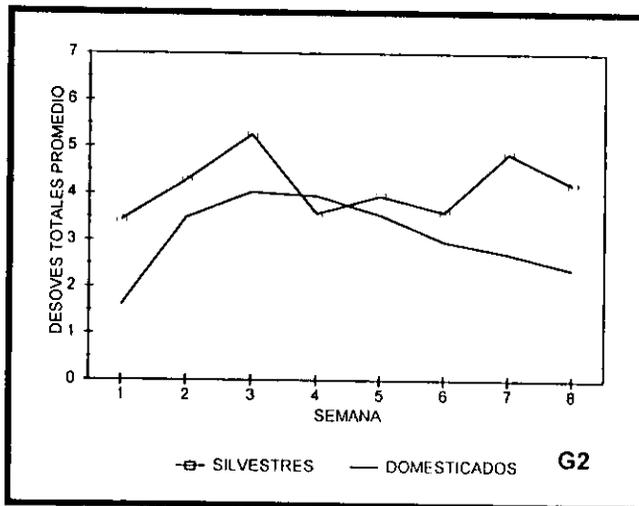


Fig.3. Gráfica de desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1996.

Durante 1995, los organismos silvestres iniciaron con valores bajos, que se fueron incrementando con el tiempo, mientras que los domesticados (G1) alcanzaron un pico de producción a las tres semanas ( $6.6 \pm 3.2$ ) desoves y se mantuvieron cercanos a ese valor por el resto del tiempo (Fig. 2). Por el contrario en 1996, ambos grupos alcanzaron su máxima

producción a las tres semanas, y posteriormente los valores disminuyeron en forma gradual para el caso de los organismos domesticados ( G2 ) en particular; mientras que para los silvestres, la tendencia fue menos clara (decremento a las seis semanas con un repunte a las 7 semanas) (Fig. 3).

#### Desoves buenos.

Para el caso de los desoves buenos, se observó que el desempeño global para este factor, fue mayor en los organismos silvestres (S) que en domesticados

(D); ( $P < 0.01$ ; Tabla 2 ), con un promedio de  $S=2.4 \pm 2.1$  y  $D= 2.1 \pm 1.9$  desoves/día respectivamente.

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
<b>Año</b>	1	6.0816278	1865	0.346661	17.54*	<< 0.001
<b>Origen</b>	1	2.694309	1865	0.346661	7.77*	< 0.01
<b>Tiempo</b>	7	2.891957	1865	0.346661	8.34*	<< 0.001
<b>Año x Origen</b>	1	10.858278	1865	0.346661	31.32*	<< 0.001
<b>Año x Tiempo</b>	7	0.56067	1865	0.346661	1.62	NS
<b>Origen x Tiempo</b>	7	2.22839	1865	0.346661	6.42*	<< 0.001
<b>Año x Origen x Tiempo</b>	7	1.824135	1865	0.346661	5.26*	<< 0.001

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves buenos.

Sin embargo, el desempeño de estos organismos, al igual que para los desoves totales, dependió del año o generación en el cual se tomaron los datos, tal como

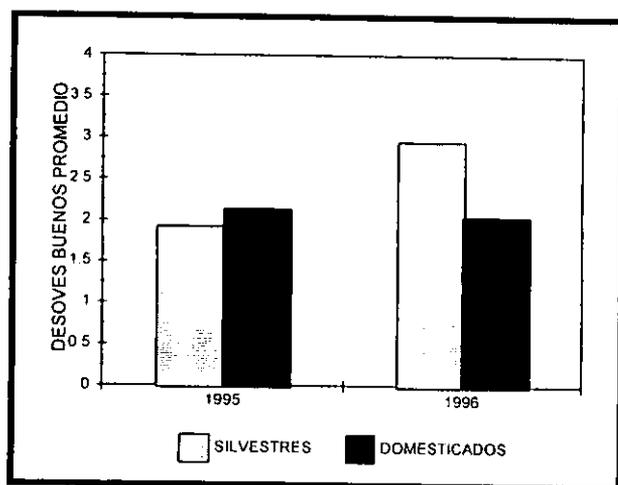


Fig.4. Gráfica de valores promedio del No. de desoves buenos durante los años de 1995 y 1996.

puede apreciarse en la interacción Año x Origen ( $P < 0.001$ ; Tabla 2).

Se observó que el número de desoves buenos, fue mayor en organismos silvestres que en domesticados para el año de 1996, mostrando valores de  $S=2.9 \pm 2.5$  y  $D=2.0 \pm 1.9$  respectivamente;

mientras que un año atrás, en 1995, se había presentado un fenómeno inverso, ya que los organismos

domesticados mostraron un mejor desempeño para este factor, con un valor de  $D= 2.1 \pm 1.9$ , mientras que los silvestres por su parte, alcanzaron un valor de  $1.9 \pm 1.9$  desoves buenos / día. (Fig. 4).

En cuanto al valor más alto alcanzado para este factor, puede decirse que fue el de organismos silvestres durante 1996, con valores máximos de 3.5 desoves

buenos/día/ piscina, fenómeno que explica un rendimiento general promedio (silvestres y domesticados), mayor para 1996 ( $2.5 \pm 2.3$  desoves buenos/día/piscina), comparada con 1995 ( $2.0 \pm 1.9$ ), ( $P < 0.001$ ; Tabla 2).

En cuanto al curso temporal de esta variable a lo largo del ciclo de producción considerado (8 semanas) también se observó un efecto significativo del factor tiempo en piscina ( $P < 0.001$ ; Tabla 2). Sin embargo, la influencia de este factor dependió del origen en particular, tal como lo ilustró el valor significativo de la interacción Origen x Tiempo ( $P < 0.001$ ; Tabla 2). Así mismo, la influencia del tiempo en piscina, dependió de los efectos combinados del Origen y Generación; tal y como lo muestra la interacción triple ( $P < 0.001$ , Tabla 2).

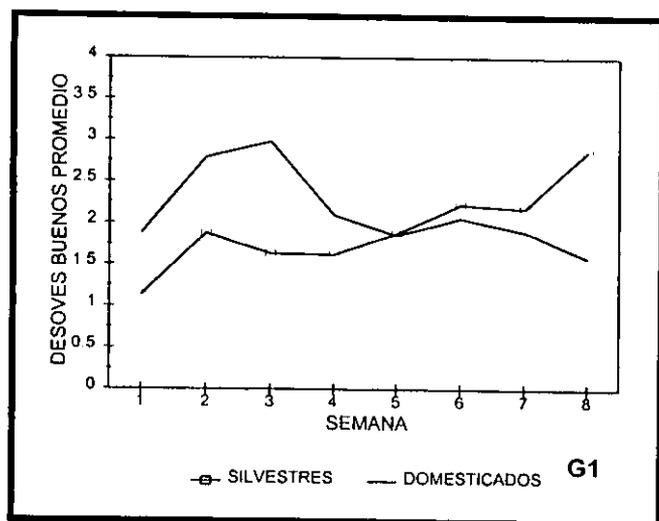


Fig.5. Gráfica de desoves buenos con respecto al tiempo durante el año de 1995.

En lo que se refiere a la tendencia global durante el ciclo de producción (8 semanas), podemos decir que se observa de manera general un comportamiento ascendente, en la cantidad de desoves buenos durante las primeras semanas para los dos años. Sin embargo, la tendencia posterior fue diferente en cada caso.

Durante 1995, los organismos domesticados de la generación 1 (G1), iniciaron con valores ascendentes durante las primeras tres semanas, alcanzando un pico de producción a la tercera semana ( $3.0 \pm 2.0$  desoves buenos), para después caer y estabilizarse a partir de la quinta semana. En cuanto a los organismos de origen silvestre para ese mismo año, se comenzó registrando valores bajos, que se fueron incrementando hasta un valor máximo de  $3 \pm 2.1$  desoves buenos en la octava semana. ( Fig. 5).

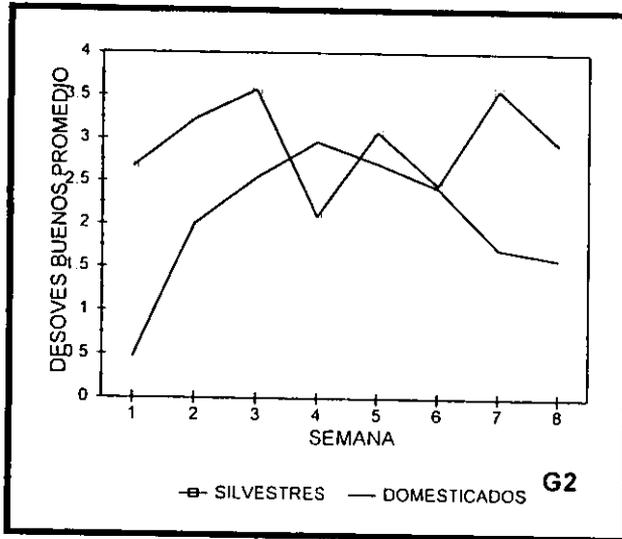


Fig.6. Gráfica de desoves buenos con respecto al tiempo durante el año de 1996.

Para el caso de los organismos domesticados de la segunda generación (G2), el caso fue diferente, ya que la curva de producción de desoves buenos promedio mostró una curva tipo campana, alcanzando su valor máximo en la cuarta semana con un valor cercano a  $3.0 \pm 2.3$  desoves buenos, descendiendo hasta casi  $1.5 \pm 1.6$  para la última semana del ciclo.

Los organismos silvestres por su parte, alcanzaron sus valores mas altos durante la tercera y séptima semana; con un valor superior a los  $3.5 \pm 2.7$  desoves buenos en ambos casos; aunque con un comportamiento oscilante durante las ocho semanas. (Fig. 6).

### Desoves eclosionados .

Para los desoves eclosionados, pudimos notar que el desempeño de los organismos silvestres para este factor, fue ligeramente mayor con respecto a los organismos domesticados, pudiéndose registrar diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ; Tabla 3).

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
Año	1	1.164189	1856	0.325635	3.57	NS
Origen	1	2.962884	1856	0.325635	9.09*	< 0.01
Tiempo	7	2.067180	1856	0.325635	6.34*	<< 0.001
Año x Origen	1	13.393983	1856	0.325635	41.13*	<< 0.001
Año x Tiempo	7	0.571720	1856	0.325635	1.75	NS
Origen x Tiempo	7	1.536027	1856	0.325635	4.71*	<< 0.001
Año x Origen x Tiempo	7	1.755461	1856	0.325635	5.39*	<< 0.001

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves eclosionados.

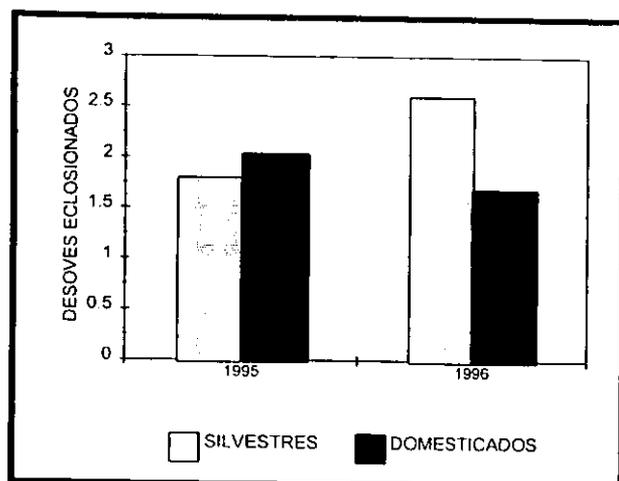


Fig.7. Gráfica de valores promedio del No. de desoves eclosionados durante los años de 1995 y 1996.

Los organismos silvestres presentaron 2.2 desoves eclosionados/día/piscina, mientras que para domesticados el valor fue de 1.85. Sin embargo, el desempeño de los organismos para este factor, se vio afectado por el año o generación en el cual se tomaron los datos, esto se puede apreciar en la interacción Año x Origen, ( $P < 0.001$ ; Tabla 3). Se

observó que los organismos silvestres en 1996, tuvieron una mayor respuesta ( $S = 2.6 \pm 2.3$ ) con respecto a los organismos evaluados en 1995 ( $S = 1.8 \pm 1.8$ ); comportamiento que se invierte para el caso de organismos domesticados, ya que para 1995, el valor obtenido para esta variable es mayor ( $D = 2.05 \pm 1.8$ ) que el registrado para ese mismo origen durante 1996 ( $D = 1.7 \pm 1.7$ ) (Fig. 7).

Aunque el efecto no fue significativo (tabla 3), se observó un rendimiento ligeramente mayor en 1996 ( $2.1 \pm 2.1$  desoves eclosionados/día/piscina), que en 1995 ( $1.9 \pm 1.8$ ).

Al considerar el curso temporal de esta variable a lo largo del ciclo de producción considerado (8 semanas) también se observó un efecto significativo del factor tiempo en piscina ( $P < 0.001$ ; Tabla 3). Sin embargo, la influencia de este factor dependió del origen particular, tal como lo ilustraron valores significativos de la interacción Origen x Tiempo ( $P < 0.001$ ), así como de la interacción triple ( $P < 0.001$ ; tabla 3). Para el caso de la interacción Año x Tiempo, no se observaron diferencias significativas.

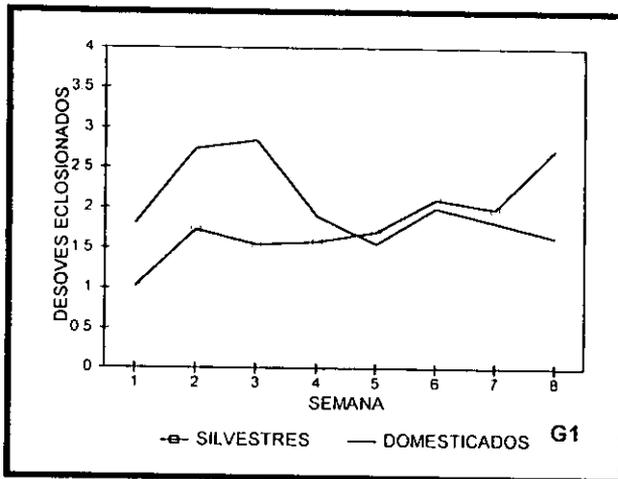


Fig.8. Gráfica de desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1995.

Al igual que para las variables anteriormente descritas ( desoves totales y desoves buenos), en los desoves eclosionados también pudo observarse una tendencia de incremento durante las primeras semanas; tendencia que posteriormente fue diferente en cada caso como se muestra en las figuras 8 y 9.

Durante 1995, los organismos silvestres iniciaron con valores relativamente bajos, que al paso del tiempo se fueron incrementando gradualmente hasta alcanzar su pico en la última semana de producción ( $2.7 \pm 2.0$ ); en tanto que los domesticados de la G1 en ese mismo año, mostraron un comportamiento un tanto distinto, ya que alcanzaron su máximo valor a las tres semanas con valores cercanos a los  $3.0 \pm 2.0$  desoves eclosionados, para después tener una ligera caída gradual, alcanzando en la octava semana su valor mínimo registrado durante todo el ciclo (Fig. 8).

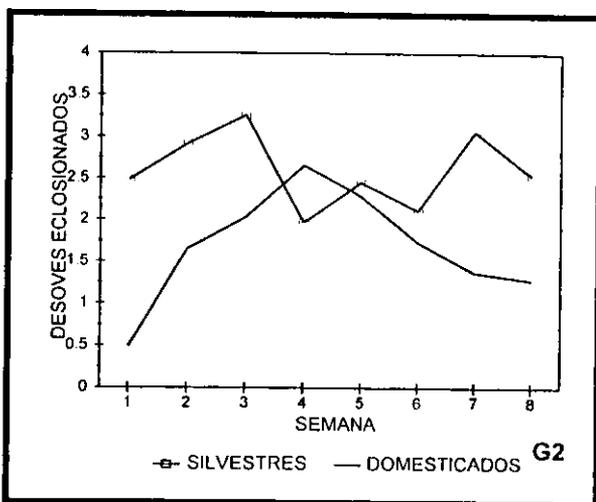


Fig.9. Gráfica de desoves eclosionados con respecto al tiempo durante el año de 1996.

Para 1996, los organismos silvestres registraron el mejor valor durante los dos años evaluados para este factor, con un valor máximo cercano a los  $3.5 \pm 2.5$  desoves eclosionados; sin embargo sus valores promedio, no fueron muy constantes a lo largo del ciclo. Para el caso de los organismos domesticados, aunque estos no

mostraron un valor máximo tan alto como los silvestres, hubo un comportamiento similar al de desoves totales y desoves buenos (Fig. 9).

## B) Calidad de desoves.

### Relación Desoves buenos / Desoves totales.

Se observó que el desempeño de los organismos domesticados en cuanto a la relación Desoves buenos/Desoves totales, fue menor con respecto a los organismos silvestres, ( $P \ll 0.001$ ; Tabla 4).

El promedio global para este factor, en organismos domesticados fue de  $0.58 \pm 0.21$ , mientras que para los silvestres fue de  $0.71 \pm 0.22$ . Sin embargo, el desempeño de los organismos para este factor, dependió del año o generación en el cual se tomaron los datos, tal como lo muestra la interacción Año x Origen ( $P \ll 0.001$ ; Tabla 46). Se observó que el desempeño de los organismos domesticados en cuanto a la relación Desoves buenos / desoves totales, fue menor con respecto a los organismos silvestres para el año de 1995; teniendo que para los organismos domesticados, se obtuvo un valor de  $D = 0.52 \pm 0.21$ ; mientras que para los silvestres, el valor fue de  $S = 0.72 \pm 0.24$ .

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
Año	1	0.14265	1768	0.005574	25.5914	$\ll 0.001$
Origen	1	1.340454	1768	0.005574	240.4771	$\ll 0.001$
Tiempo	7	0.005231	1768	0.005574	0.938404	NS
Año x Origen	1	0.461377	1768	0.005574	82.77095	$\ll 0.001$
Año x Tiempo	7	0.17493	1768	0.005574	31.38239	$\ll 0.001$
Origen x Tiempo	7	0.021685	1768	0.005574	3.890231	$< 0.001$
Año x Origen x Tiempo	7	0.140828	1768	0.005574	25.26446	$\ll 0.001$

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los desoves buenos / desoves totales.

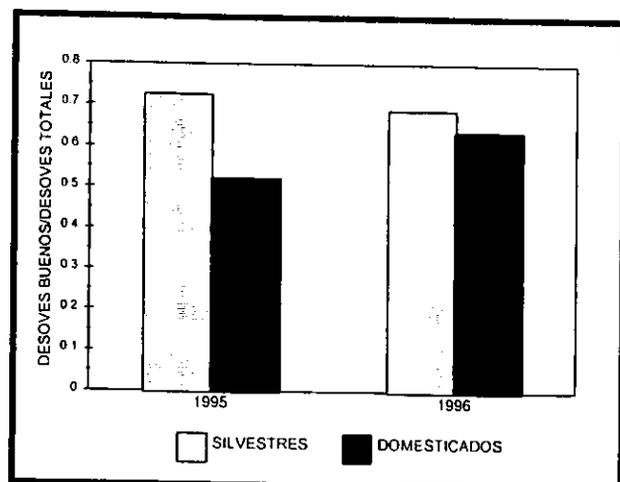


Fig.10. Gráfica de valores promedio del No. de desoves buenos / desoves totales durante los años de 1995 y 1996.

Para el año de 1996, este comportamiento se repitió, ya que de nueva cuenta los organismos silvestres mostraron valores mayores con respecto a los domesticados, aunque esta vez no se observó una diferencia tan marcada:  $S=0.69 \pm 0.14$   $D=0.64 \pm 0.21$ . (Fig. 10).

El éxito reproductivo más alto alcanzado, fue el de organismos silvestres durante 1995, con un promedio de  $0.72 \pm 0.24$  desoves buenos/desoves totales/día por piscina. A pesar de esto, existió un rendimiento general promedio (silvestres y domesticados), mayor para 1996 ( $0.66 \pm 0.18$  desoves buenos/desoves totales/día por piscina) comparada con 1995 ( $0.62 \pm 0.24$ ). ( $P < 0.001$ ; Tabla 4).

Al considerar el curso temporal de esta variable a lo largo del ciclo de producción ( 8 semanas ), no se observó un efecto significativo del factor tiempo en piscina (Tabla 4).

Sin embargo, la influencia de este factor dependió de la generación y origen particular, tal como lo ilustraron valores significativos de todas las interacciones que involucraron el factor tiempo (Tabla 4).

Si bien para todos los casos, no hubo un comportamiento similar para ambos años en la relación desoves buenos/ desoves totales, si se puede hablar de una tendencia decreciente de los valores promedio durante 1995, mientras que para 1996 la tendencia tanto en organismos silvestres como en domesticados, fue inversa.

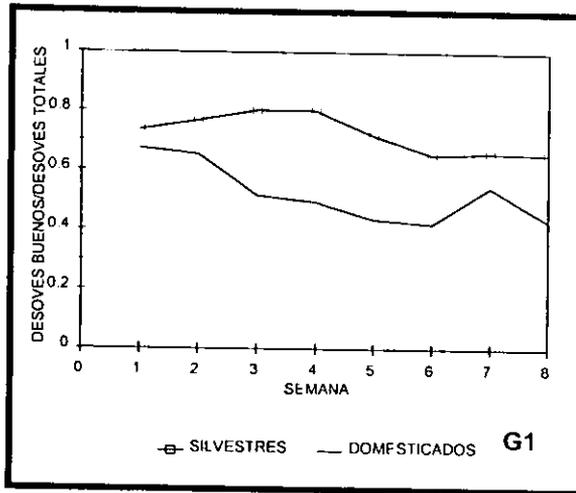


Fig.11. Gráfica de desoves buenos / desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1995.

los domesticados para ese mismo año, no sobrepasaron los  $0.70 \pm 0.17$  desoves buenos / desoves totales; alcanzando su máximo de producción hacia la primera semana. (Fig. 11) .

Para 1996, por el contrario, los organismos domesticados (G2) comenzaron con valores bajos, que se fueron incrementando paulatinamente,

alcanzando un valor máximo cercano a  $0.8 \pm 0.9$  hacia la sexta semana; mientras que para los silvestres, se obtuvo un valor máximo cercano a  $0.75 \pm 0.15$  desoves buenos / desoves totales; y se mantuvo mas o menos estable a lo largo del tiempo) (Fig. 12).

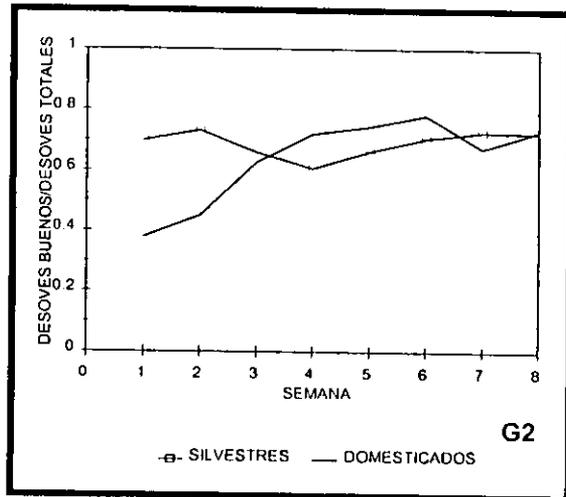


Fig.12. Gráfica de desoves buenos / desoves totales con respecto al tiempo durante el año de 1996.

**Porcentaje de Fertilización.**

Para el porcentaje de fertilización, pudimos notar que el desempeño de los organismos silvestres para este factor, fue ligeramente mayor con respecto a los organismos domesticados, pudiéndose registrar diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ; Tabla 5).

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
<b>Año</b>	1	47.02843	1397	0.580872	80.961770	<< 0.001
<b>Origen</b>	1	12.76350	1397	0.580872	21.973000	<< 0.001
<b>Tiempo</b>	7	0.32380	1397	0.580872	0.557436	NS
<b>Año x Origen</b>	1	49.08151	1397	0.580872	84.496250	<< 0.001
<b>Año x Tiempo</b>	7	2.82898	1397	0.580872	4.870224	<< 0.001
<b>Origen x Tiempo</b>	7	0.88180	1397	0.580872	1.518058	NS
<b>Año x Origen x Tiempo</b>	7	0.98667	1397	0.580872	1.698604	NS

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 5. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para el porcentaje de fertilización.

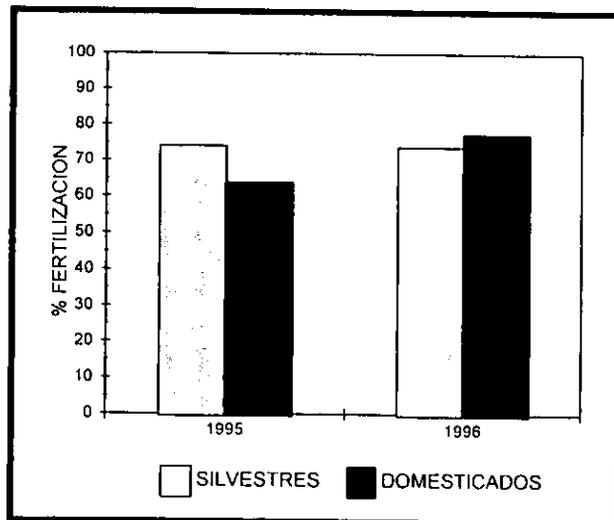


Fig.13. Gráfica de valores de promedio del No. de porcentaje de fertilización los años de 1995 y 1996.

Los organismos silvestres presentaron  $73.9 \pm 12.1\%$  de fertilización, mientras que para domesticados el valor fue de  $70.6 \pm 14.5 \%$ . Para el factor año, también se encontraron diferencias significativas muy marcadas ( $P < 0.001$ ; Tabla 5), entre los organismos evaluados en 1995, con respecto a 1996; de tal forma que el porcentaje de fertilización

promedio fue mayor durante el segundo año ( $75.7 \pm 12.5 \%$  de Fertilización) comparado con el primero ( $68.9 \pm 13.7 \%$ ). Además, el desempeño de los organismos para este factor, se vio afectado por el año o generación en el cual se

tomaron los datos, esto se puede apreciar en la interacción Año x Origen, ( $P < 0.001$ ; Tabla 5, Fig. 13). En este sentido, en 1995 el porcentaje de fertilización fue menor para organismos domesticados ( $63.8 \pm 13.3\%$ ) que para silvestres ( $74 \pm 12.1\%$ ); mientras que en 1996 ocurrió lo contrario ( $D=77.6 \pm 12.7\%$ ,  $S=73.8 \pm 12.1\%$ ) (Fig. 13).

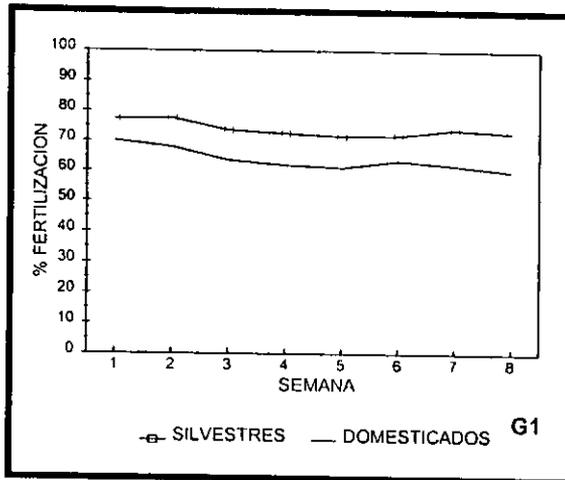


Fig.14. Gráfica de porcentaje de fertilización con respecto al tiempo durante el año de 1995.

En 1995, hubo un valor alto inicial mostrado para ambos orígenes, después de lo cual se observó un decremento a partir de segunda semana. Esta tendencia a la baja, se mantuvo durante las 8 semanas evaluadas para este año. (Fig. 14). En 1996, los valores de porcentaje de fertilización continuaron relativamente constantes a lo largo de todo el ciclo (Fig. 15), o inclusive aumentaron ligeramente en los organismos domesticados.

Por otra parte, hemos de mencionar que no existió influencia del tiempo en piscina sobre esta variable, ya que de acuerdo con el análisis de varianza efectuado, no se presentan diferencias significativas en el factor tiempo, aunque la interacción Año x Tiempo si fue significativa (Tabla 5).

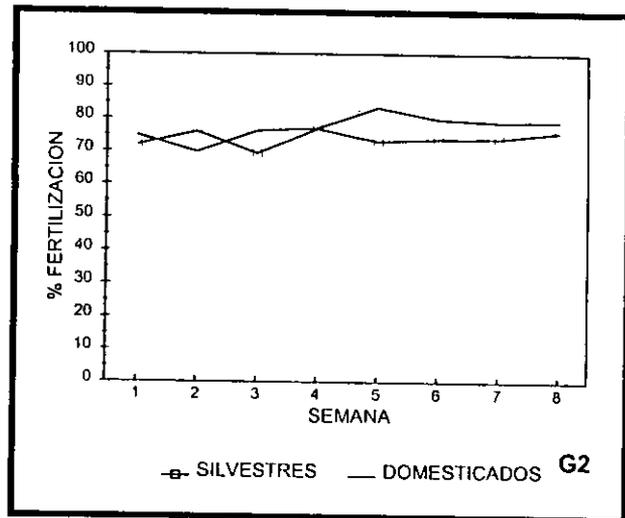


Fig.15. Gráfica de porcentaje de fertilización con respecto al tiempo durante el año de 1996.

### C) Producción de nauplios.

#### Nauplios diarios totales por piscina.

Los organismos silvestres, tuvieron una producción considerablemente mayor de nauplios ( $S = 242,900 \pm 293,000$  Nauplios totales/día/piscina) que los organismos domesticados ( $D = 127,400 \pm 156,000$ ), tal como lo muestra un efecto significativo del factor origen ( $P < 0.001$ , Tabla 6).

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
<b>Año</b>	1	5.81E+11	1862	5.33E+10	10.89*	< 0.001
<b>Origen</b>	1	5.21E+12	1862	5.33E+10	97.78*	<< 0.001
<b>Tiempo</b>	7	1.35E+11	1862	5.33E+10	2.52*	< 0.05
<b>Año x Origen</b>	1	3.44E+08	1862	5.33E+10	0.006	NS
<b>Año x Tiempo</b>	7	5.28E+10	1862	5.33E+10	0.98	NS
<b>Origen x Tiempo</b>	7	9.28E+10	1862	5.33E+10	1.74	NS
<b>Año x Origen x Tiempo</b>	7	2.08E+11	1862	5.33E+10	3.90*	< 0.001

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 6. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los nauplios producidos.

La interacción entre año y origen, no fue significativa para esta variable (Tabla 6, Fig. 16) por lo cual se concluye que las diferencias encontradas entre los

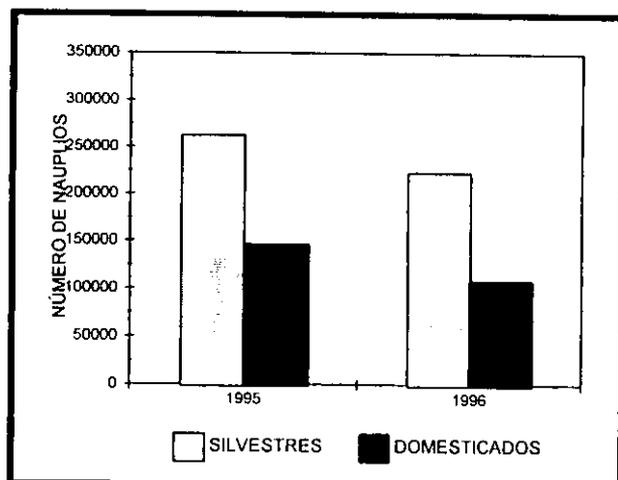


Fig.16. Gráfica de valores promedio del No. de nauplios producidos durante los años de 1995 y 1996.

organismos silvestres (S) y domesticados(D) fueron totalmente independientes de la generación de organismos (D) considerada (Fig. 16). Sin embargo, la producción de nauplios, fue de manera general, mayor en 1995 ( $204,400 \pm 254,000$  Nauplios totales/día/piscina) con respecto a 1996 ( $165,800 \pm 205,000$ ), ( $P < 0.001$ , Tabla 6).

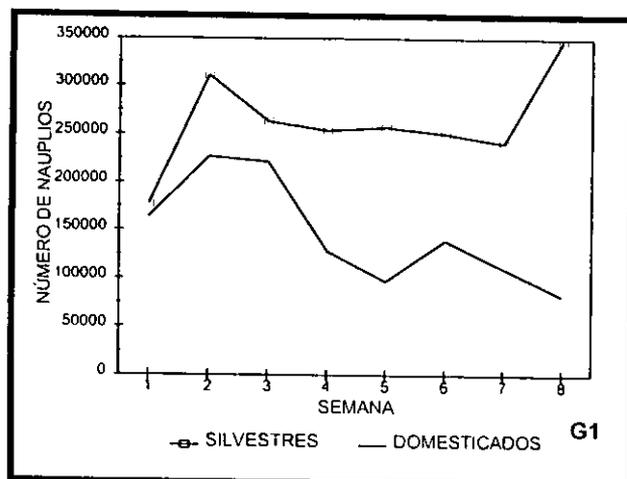


Fig.17. Gráfica de nauplios producidos con respecto al tiempo durante el año de 1995.

Aunque hubo cierta influencia del tiempo en piscina sobre esta variable ( $P < 0.05$ ; Tabla 6), este efecto dependió del año y del origen para los cuales se obtuvieron los datos, tal y como lo muestra la interacción triple ( $P < 0.001$ , Tabla 6). En 1995, los organismos domesticados de la primera generación tuvieron, después de un incremento inicial, un tendencia muy pronunciada hacia el

decremento en la producción de nauplios a lo largo del tiempo, mientras que este decaimiento no se observa en la población silvestre. (Fig. 17).

En 1996, los organismos domesticados de la segunda generación, presentaron una tendencia similar a sus progenitores de la primera generación, aunque el patrón inicial difirió ligeramente; con un incremento progresivo las primeras cuatro semanas, seguido de un decaimiento en la segunda mitad del periodo considerado.

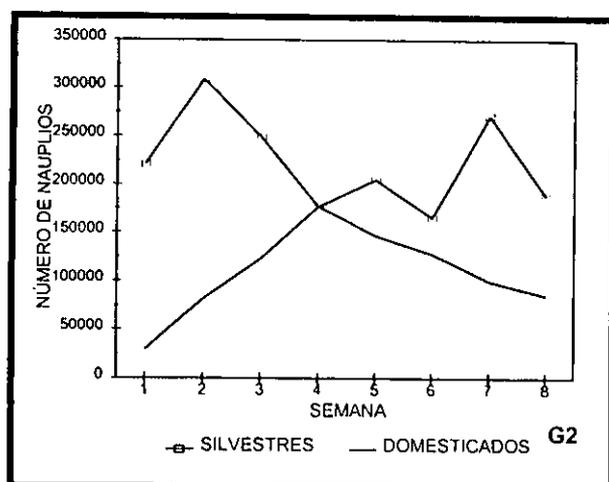


Fig.18. Gráfica de nauplios producidos con respecto al tiempo durante el año de 1996.

Para el caso de organismos silvestres de 1996, se presentó cierta disminución en la producción después de la segunda semana, pero después se mantuvo oscilante alrededor de valores relativamente altos de los 200,000 nauplios/día que representó el valor mas alto alcanzado por los organismos

domesticados de la segunda generación. (Fig. 18).

### Relación Nauplios /Desove eclosionado.

Los organismos silvestres, tuvieron una producción mayor de nauplios/desove eclosionado (  $S = 89,772 \pm 75,500$  ) que los organismos domesticados ( $D=61,375 \pm 65,000$  ), tal como lo muestra un efecto significativo del factor origen ( $P < 0.001$ , Tabla 7).

	G.L. Efecto	CM Efecto	G.L. Error	CM Error	F	P
<b>Año</b>	1	334807.6	1702	19013.55	17.608*	<< 0.001
<b>Origen</b>	1	389647.2	1702	19013.55	20.493*	<< 0.001
<b>Tiempo</b>	7	28914.93	1702	19013.55	1.52	NS
<b>Año x Origen</b>	1	37133.18	1702	19013.55	1.952	NS
<b>Año x Tiempo</b>	7	32766.63	1702	19013.55	1.723	NS
<b>Origen x Tiempo</b>	7	17670.81	1702	19013.55	0.929	NS
<b>Año x Origen x Tiempo</b>	7	37961.18	1702	19013.55	1.996	NS

\* Diferencias significativas;  
NS: No significativas

Tabla 7. Resultados del análisis de varianza multifactorial (MANOVA) para los nauplios / desove eclosionado.

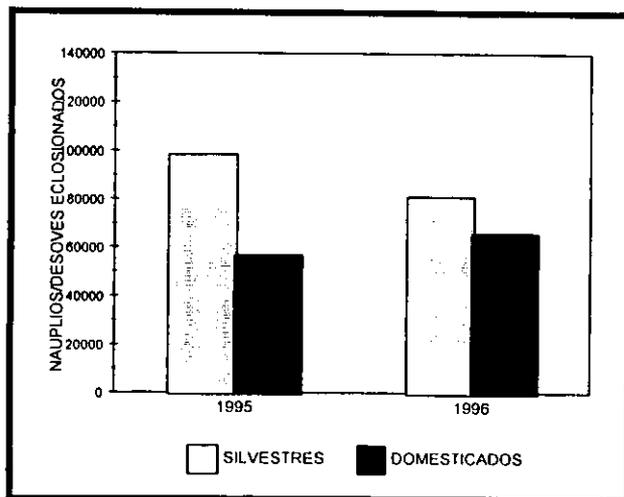


Fig.19. Gráfica de valores promedio del No. de nauplios / desove eclosionado durante los años de 1995 y 1996.

La interacción entre año y origen, no fue significativa para esta variable (Tabla 7, Fig. 19), por lo cual se concluye que las diferencias encontradas entre los organismos silvestres (S) y domesticados (D) fueron independientes de la generación de organismos domesticados (D) considerada (Fig. 19). Sin embargo, la relación

Nauplios/ desove eclosionado, fue de manera general mayor en 1995 ( $77,602 \pm 71,300$  Nauplios / desove eclosionado) con respecto a 1996 ( $73,545 \pm 35,800$  ),

( $P < 0.001$ , Tabla 7). Para este factor, no hubo influencia significativa del tiempo en piscina sobre la producción de nauplios/desove. Aunque no hubo interacciones significativas entre el factor tiempo con respecto al año y al origen, el comportamiento fue diferente para cada año. Para 1995, los organismos domesticados de la primera generación, presentaron su valor máximo en la segunda semana del ciclo ( $75,000 \pm 42,000$  Nauplios/ desove eclosionado); sin

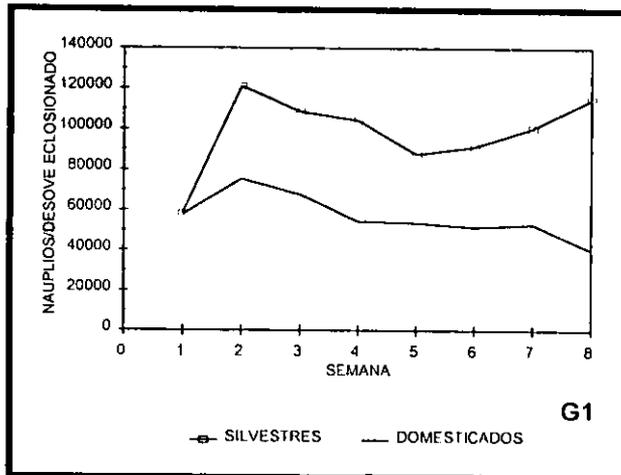


Fig.20. Gráfica de nauplios / desove eclosionado con respecto al tiempo durante el año de 1995.

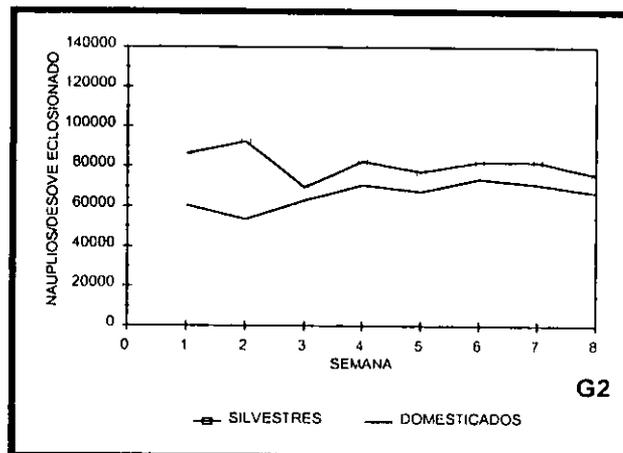


Fig.21. Gráfica de nauplios / desove eclosionado con respecto al tiempo durante el año de 1996.

embargo, a partir de ese momento su curva fue en decaimiento hasta la octava semana. En el caso de los organismos silvestres, al igual que para los domesticados, el valor máximo se presentó en la segunda semana, aunque con un valor muy superior ( $120,000 \pm 97,600$ ); pero en este caso no se observó un decaimiento en la población. (Fig. 20). Para 1996, los organismos domesticados de la segunda generación, presentaron una tendencia de incremento mas o menos regular, alcanzando valores cercanos a los  $75,000 \pm 26,000$  Nauplios/ desove eclosionado hacia la sexta semana. Esta curva en cuanto a su comportamiento, fue muy similar a la observada para los organismos de origen silvestre; aunque en esta última los valores son mas altos, ya que su valor máximo se encontró en la segunda semana con mas de  $90,000 \pm 39,000$  Nauplios/ desove eclosionado (Fig. 21).

## DISCUSIÓN

Tal como se mencionó en la sección de antecedentes, el uso de reproductores domesticados tiene una optimización muy importante dado que permite independizarse de los lotes silvestres, y es necesario para cualquier programa de mejoramiento genético. Sin embargo, el desempeño reproductivo de organismos domesticados ha sido cuestionado; y aunque en la literatura no existe un patrón definido, algunos autores señalan repuntes en los cuales los reproductores silvestres son claramente superiores a los domesticados (Browdy, 1986; Menasveta, *et.al.*,1993; Makinouchi y Hirata, 1995; Cavalli, *et.al.*,1997; Mendoza, 1997; Palacios, *et.al.*, 1999a), mientras que en otros estudios, no hay diferencias sustanciales (Browdy, 1986; Menasveta, *et.al.*,1993; 1994).

Muchas discrepancias se deben a los diferentes factores estudiados; tales como las variables analizadas, las condiciones de maduración; y las condiciones de engorda/post-engorda.

### A) PRODUCCIÓN DE DESOVES

En principio, se analiza el desempeño reproductivo de organismos de camarón blanco *Penaeus vannamei* para ambos orígenes (domesticados y silvestres) en relación a la cantidad de desoves totales con respecto al tiempo. Como se pudo observar en la sección anterior, se presentó un mejor desempeño en términos generales para este factor, en los organismos domesticados, en comparación con los de origen silvestre (4.3 y 3.4 desoves totales/día/ piscina, respectivamente) (Fig. 1, Tabla 1). Dicho resultado contrasta con la mayoría de los trabajos comparativos entre hembras silvestres y domesticadas, dado que en el mejor de los casos, el éxito en la maduración en términos de frecuencia de desove, es similar. (Menasveta, *et.al.*, 1994; Cavalli, *et.al.*, 1997; Palacios, *et.al.* 1999a). El mejor desempeño aparente de estos reproductores, se debió a la primera generación en 1995, que presentó el mayor valor de Desoves totales/día/piscina (5.5).

En contraste, sus contrapartes silvestres del mismo año presentaron los valores mas bajos con 2.6 desoves totales.

En 1996, la producción presentó valores intermedios con 4.1 desoves totales para organismos silvestres y 3.1 para domesticados, lo cual indica una influencia del año, tal como se analiza a continuación:

En caso de los organismos domesticados, se debe considerar que las condiciones de engorda de 1995 y 1996 fueron diferentes, dado que la primera generación dicho proceso se realizó en estanques litorales de mareas a una densidad de 5 a 10 organismos/m<sup>2</sup> después de una etapa inicial de maternización de 3 meses, en la cual hubo un primer proceso de selección por una caída accidental en los niveles de oxígeno disuelto. En contraste, los organismos de la segunda generación no pasaron por esa etapa inicial de maternización, y el proceso de engorda se llevó a cabo en estanques de tierra de la empresa APSA a una densidad de 30 organismos/m<sup>2</sup>. Dichas diferencias pueden influir de manera importante por las siguientes razones: el proceso de maternización en sí tiene un significado importante sobre la engorda posterior, ya que durante esta fase se permite un mejor control sobre las condiciones ambientales, de calidad de agua, alimentación y manejo en general. Los cuidados intensivos provistos durante esta fase, repercuten directamente en la salud y calidad de los organismos, lo que a largo plazo garantiza un mejor crecimiento y sobrevivencia potenciales durante la fase de engorda (Wyban y Sweeney, 1991). Por estos motivos se puede afirmar, que la maternización tiene como uno de sus objetivos fundamentales, dar a los organismos un tiempo de adaptación a las condiciones que la engorda requiere. Sin embargo, faltaría evaluar si realmente pueda afectar la condición del reproductor una vez alcanzada la edad/talla adecuada. Adicionalmente durante la maternización, al menos alguno de los organismos de la primera generación fueron sujetos a una selección accidental en la cual sobrevivieron los organismos mas grandes (Magallón, comunicación personal).

En la engorda, se sabe que las bajas densidades favorecen el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones (Williams *et.al.* al., 1996) y que el alimento juega un papel crucial en el proceso (Hunter *et.al.* 1987). Por lo anterior, podemos decir en términos generales que las condiciones de engorda para la primera generación, fueron más favorables tanto por la densidad utilizada, como por el hecho de que muy probablemente la disponibilidad de alimento natural fue mayor en estanques litorales, donde el recambio de agua diario fue realizado únicamente mediante la energía de mareas, evitando así la utilización de costosas bombas y filtros que muchas veces impiden la proliferación del alimento natural hacia los estanques. Además, por su ubicación privilegiada, los estanques al estar inmersos dentro de la misma bahía, poseen la ventaja de tener un substrato rico en materia orgánica que sirve de hábitat y permite la proliferación de organismos benéficos para el buen desarrollo de los organismos cultivados. A diferencia de los estanques construidos sobre tierra, que requieren de la utilización de bombeo mecánico y filtros; y que no poseen la misma cantidad y calidad de substrato rico en materia orgánica por la misma naturaleza y origen de los sedimentos. De hecho el peso alcanzado en la primera generación al final de la engorda fue mayor (15, 20 y 24 gramos dependiendo del estanque) que en la segunda generación (menos de 12 gramos).

La postengorda, fue realizada en las mismas condiciones, aunque duró 3 meses más en el caso de los organismos de la segunda generación dado que para alcanzar la talla de reproductor (35-40 g) se requirió de más tiempo considerando la diferencia en la talla al final de la engorda. Al analizar de manera conjunta todo lo anterior se puede sugerir que condiciones favorables durante la engorda parecen repercutir sobre el desempeño reproductivo en términos de número de desoves totales. Una posible explicación podría fundamentarse en el hecho que durante la postengorda, los organismos de la primera generación al tener mayor talla y edad (8 meses) que los de la segunda generación (5 meses), iniciaron ya el proceso de maduración gonádica al menos en términos de gametogénesis y vitelogénesis primaria que de hecho llega a ocurrir en condiciones de cultivo (Quintio *et. al.*, 1993).

De esta manera, al ser sometidos a la ablación del tallo ocular y a una dieta de maduración, es probable que en la primera generación únicamente se aceleró un proceso ya iniciado, mientras que en la segunda generación, se tuvo que inducir dicho proceso desde etapas más tempranas de desarrollo gonádico. Se podría suponer que los organismos de la segunda generación una vez alcanzada la edad de 8 meses con una talla similar a sus contrapartes de la primera generación para esa edad al final de la engorda, también hayan podido iniciar el proceso de maduración. Sin embargo es importante mencionar aquí que los estanques supralitorales utilizados en la postengorda están forrados de plástico y por ende tienen menor disponibilidad de alimento natural que los estanques litorales de mareas y que los estanques de tierra de la empresa APSA.

En resumen, los animales de la primera generación fueron sometidos a la postengorda en mejores condiciones que los de la segunda generación. Una solución sería optimizar el proceso de postengorda que de hecho a partir de 1997 se lleva a cabo en estanques de tierra y podría coincidir con un incremento en el desempeño reproductivo registrado por la empresa APSA a partir de ese año (Dubost y Cervera, comunicación personal). En este sentido es importante realizar más investigaciones para establecer las condiciones óptimas para que se inicie la maduración gonádica en estanques y que se establezcan los valores de talla y edad más adecuados para ser sometidos a la inducción de las etapas finales del proceso y al desove.

En caso de los organismos silvestres y tal como ya se mencionó, el desempeño reproductivo fue considerablemente menor en 1995 que 1996. En este caso es aún más difícil tratar de establecer diferencias entre los dos lotes de organismos para poder explicar las diferencias obtenidas debido al desconocimiento sobre el historial previo de los organismos (lugar preciso de captura, condiciones climáticas particulares, disponibilidad de nutrientes, etc.) La única diferencia que se puede establecer es la época del año particular en el cual fueron capturados y sometidos a la inducción de la maduración.

En 1995, las piscinas consideradas iniciaron su producción durante los meses de marzo y abril de manera desfasada a partir de un mismo lote de reproductores capturados en los meses de Febrero-Marzo. En 1996, la captura y el inicio fue variable dado que se realizó desde mayo hasta Agosto dependiendo de la piscina analizada. Aun cuando la maduración sea inducida por ablación del tallo ocular, se han reportado diferencias en el desempeño reproductivo en función de la estación del año que influye sobre el ciclo reproductivo normal del camarón (Hansford y Marsden, 1995; Crocos, 1997). De manera análoga a lo discutido para organismos domesticados, si los procesos iniciales de la maduración gonádica (gametogénesis y vitelogénesis temprana) ya iniciaron, el resultado de la ablación del tallo ocular será mas eficiente que si esto proceso no se han dado. Se ha reportado que el ciclo reproductivo de *Penaeus vannamei*, en la costa de Sinaloa, ocurre en Primavera-Verano (Garduño y Calderón, 1994), lo cual coincide con un desempeño inferior en los reproductores de 1995 que fueron capturados durante el final del invierno comprado con los de 1996 cuya captura varió entre primavera y verano dependiendo de la piscina analizada en ese año. Por otro lado, en 1996 también hubo diferencia en la época de captura dado que ésta ocurrió desde el final de la Primavera y durante todo el Verano. Lo anterior se tradujo en un desempeño diferencial ( Racotta, 1997), lo cual coincide con una etapa reproductiva notoria durante todo ese periodo (Garduño y Calderón, 1994). Adicionalmente se reconoce que la variabilidad entre los lotes de reproductores silvestres es alta aun independientemente de la estación del año y puede depender de mucho factores que no están claramente identificados (Hansford y Marsden, 1995; Dubost, comunicación personal).

Lo anteriormente analizado sobre una influencia del año considerado sobre el desempeño respectivo de organismos silvestres y domesticados se aplica principalmente a la variable desoves totales, por lo cual es necesario definir exactamente en que consiste y en que se diferencia de los desoves buenos y eclosionados en lo cuales esta influencia ya no fue tan notoria.

Tal como se mencionó en la sección de Material y Métodos, las hembras son inspeccionadas diariamente y son transferidas a cubos de desove en caso de que presenten madurez gonádica aparente evaluada visualmente (Bray y Lawrence, 1992) así como presencia de espermatozoides. En ese momento se registra dicha hembra como un desove potencial cuya suma representa el valor de desoves totales diarios por piscina aunque en realidad corresponde al número de apareamiento que ocurrieron. El igualar apareamiento con desove puede representar cierta fuente de error que, sin embargo solo representa un máximo de 5% dado que al menos el 95% de las hembras apareadas desovan (Racotta, comunicación personal). Considerando lo anterior, el factor fundamental que contribuye a que un desove sea considerado como "bueno" es el éxito de fertilización tal como se especificó en la sección de Material y Métodos. Finalmente los desoves eclosionados son aquellos de los cuales se obtienen nauplios y dado que el comportamiento de esta variable fue muy similar al de desoves buenos, la interpretación se hará de manera conjunta para ambas variables.

A diferencia de los desoves totales los valores de desoves buenos y eclosionados fueron, en promedio, ligeramente superiores para organismos silvestres que para domesticados. Lo anterior coincide con varios de los trabajos comparativos en los cuales se reporta una mayor frecuencia de desoves obtenidos a partir de organismos silvestres (Cavalli, *et.al.*, 1997; Palacios, *et.al.* 1999a). Sin embargo en este caso también hubo una fuerte influencia de año para el cual se analizaron estas variables. En 1995, el desempeño fue muy similar para ambos orígenes mientras que en 1996, hubo una clara superioridad de los organismos silvestres. En realidad son las diferencias obtenidas en 1996 las que explican un desempeño promedio mayor para los reproductores silvestres. Al igual que para desoves totales es necesario analizar la influencia del año de manera separada para cada origen.

En caso de organismos domesticados no hay una diferencia sustancial en los desoves buenos obtenidos dado que en 1995 se obtuvo un promedio de 2.1 desoves diarios por piscina mientras que en 1996 el valor fue de 2.0.

Sin embargo, a nivel de desoves eclosionados el desempeño de la primera generación (2.05 desoves diarios en 1995) si fue superior al de los de la segunda generación (1.7 desoves diarios en 1996). Este mayor desempeño puede deberse a las mismas razones sobre las condiciones de engorda diferenciales ya mencionadas anteriormente.

Al igual que en el caso de desoves totales, los organismos silvestres en 1995 tuvieron menor número de desoves buenos y eclosionados que los de 1996. Muy probablemente, esta diferencia también se puede deber a la época del año en la cual se capturaron los organismos en relación a su ciclo reproductivo natural tal como ya se mencionó anteriormente.

## **B) CALIDAD DE LOS DESOVES**

Las dos variables medidas en el presente trabajo que representan indicadores de la calidad de los desoves son la relación entre desoves buenos con respecto a los desoves totales y el porcentaje de fertilización por desove. En el primer caso (desoves buenos/desoves totales), el valor resultante nos indica que proporción del total de los desoves fueron fertilizados con un éxito mayor al 40% de los huevecillos y por ende representan un aporte potencial de nauplios que es a final de cuentas el producto final esperado. El porcentaje de fertilización evaluado individualmente para cada desove fue calculado únicamente para los desoves considerados como buenos o viables que tenían un fertilización aparente mayor al 40%. Los datos se obtuvieron de esta manera dado que ésta es la forma rutinaria de proceder de la empresa lo cual se justifica por el hecho que es importante tomar en cuenta esta variable únicamente para los desoves buenos que serán transferidos a tinas de eclosión ya que los restantes se desechan.

La calidad de los desoves, en términos de estas variables, fue mayor para organismos silvestres comparado con los domesticados, lo cual concuerda con algunos trabajos previos que comparan la calidad de desove en términos de porcentaje de fertilización, porcentaje de eclosión. (Browdy, 1986; Menasveta, *et.al.*, 1993;1994; Hammed, 1997).

Sin embargo, otros trabajos reportan una calidad similar (Browdy, 1986; Menasveta, *et.al.*, 1993; Cavalli, *et.al.*, 1997) o inclusive superior de los organismos domesticados (Menasveta, *et.al.*, 1994; Cavalli, *et.al.*; 1997; Palacios, 1999a).

De hecho en el presente trabajo, si bien en ambos años analizados la relación desoves buenos/desoves totales fue superior para organismos silvestres, los porcentajes fertilización dependieron del año analizado. En 1995, fue menor para domesticados mientras que en 1996 ocurrió lo contrario. En general para ambas variables, la calidad de los desoves fue superior en 1996 lo cual puede deberse a unas pruebas de dilución del agua de desove efectuadas en ese año (Portillo, comunicación personal; Racotta, 1997). Sin embargo, este efecto se observó únicamente en caso de los organismos domesticados lo cual puede deberse a las siguientes causas. La dilución en el agua de desove se realizó a partir del mes de Septiembre de 1996 y por ende afectó principalmente a las piscinas de organismos domesticados dado que las piscinas con animales silvestres en general fueron sembradas antes. Adicionalmente la mayor cantidad de desoves totales y eclosionados observada para organismos domesticados de la primera generación comparado con la segunda generación pudo haberse comprometido con la calidad de estos desoves. De hecho, es común observar que una inducción muy acelerada de la maduración y obtención subsecuente de desoves puede estar afectando en general la calidad de la progenie. Un ejemplo de lo anterior es el uso de la ablación del tallo ocular que si bien incrementa notoriamente la frecuencia de los desoves también llega a comprometer la calidad de los desoves al compararlos con desoves obtenidos a partir de organismos no ablacionados (Emmerson , 1980, Bray and Lawrence, 1992).

### **C) PRODUCCIÓN DE NAUPLIOS**

Las dos variables medidas en este sentido fueron los nauplios totales por piscina producidos al día y la producción de nauplios por cada desove eclosionado que debe considerarse como productividad individual por hembra.

Los nauplios totales en realidad dependen tanto de esta producción individual, como de la frecuencia de desoves expresadas en número de desoves al día.

En primer lugar, analizaremos lo ocurrido a nivel de nauplios por desove para luego poder comparar lo ocurrido con la producción total. En este sentido y tal como se discutió en la sección de antecedentes, existe una relación entre tamaño corporal y número de huevos o nauplios (Menasveta, *et.al.*, 1994; Cavalli, *et.al.*, 1997; Palacios, *et.al.*, 1999a). Dado que generalmente los organismos domesticados son más chicos que sus contrapartes silvestres, varios trabajos reportan una menor producción de huevos y nauplios al usar reproductores domesticados (Menasveta *et.al.*, 1993; Cavalli *et.al.*, 1997; Ibarra *et.al.*, 1997; Mendoza, 1997; Palacios *et.al.*, 1999a). En este trabajo también se obtuvo una menor producción individual de nauplios tanto en 1995 como en 1996 en los organismos domesticados que también tuvieron un peso corporal menor que los organismos silvestres. Aunque en 1995, no se tienen datos para apoyar lo anterior, la diferencia fue claramente notada por el personal de APSA (Dubost, comunicación personal). En el caso de 1996, esta diferencia fue registrada en un muestreo representativo de la población silvestre ( $52.1 \pm 8.2$  g,  $n=42$ ) y domesticada ( $39.1 \pm 5.8$ ,  $n=47$ ) (Palacios *et. al.*, 1999 b).

Al considerar la producción de nauplios totales por piscina, las diferencias entre organismos silvestres y domesticados se acentúan aun más, principalmente para el comparativo realizado en 1996. Lo anterior se debe a que el número de desoves eclosionados fue considerablemente mayor para organismos silvestres que en domesticados durante es año. De manera general y para los dos años analizados, la productividad total de nauplios que a final de cuentas representa el producto final a obtener, es 2 veces mayor para organismos silvestres que para domesticados. Con este resultado se podría cuestionar seriamente el uso de reproductores domesticados para fines comerciales de producción de larvas de camarón. Sin embargo para *Penaeus monodon*, la producción de 14 a 15 veces mas huevos y zoeas en organismos silvestres parece estar compensada por un precio 10 veces mas alto de los reproductores silvestres (Menasveta *et. al.*, 1993).

En el caso particular de *Penaeus vannamei* en México, hace falta un estudio económico y ecológico preciso del costo implicado en la obtención de reproductores domesticados para justificar plenamente su utilización en comparación con reproductores silvestres.

#### **D) CURSO TEMPORAL DE LAS VARIABLES DE PRODUCCION**

La mayor parte de las variables analizadas en el presente trabajo no fueron constantes durante el periodo considerado de 8 semanas en producción. En esta sección se analizan las variaciones mas importantes encontradas destacando las diferencias observadas entre organismos silvestres y domesticados en cuanto a la producción de desoves y nauplios.

Antes de abordar la comparación entre reproductores silvestres y domesticados, es interesante resaltar una tendencia importante observada en los reproductores silvestres durante 1995. En este caso, el número de desoves (totales, buenos y eclosionados) se fue incrementando gradualmente a lo largo de las 8 semanas analizadas, aspecto que no fue observado de manera tan clara en caso de los organismos silvestres de 1996 en los cuales el incremento en la producción sólo se observó en las primeras tres semanas. Esta diferencia se puede deber a lo expuesto anteriormente sobre el ciclo reproductivo natural: en 1995 la inducción al la maduración por ablación del tallo ocular se realizó fuera de la etapa reproductiva por lo cual la producción inicial fue baja y se fue incrementando con el tiempo tanto por la duración del desarrollo gonádico desde etapas incipientes como por el hecho de que después de cierto tiempo los organismos entraron en su etapa reproductiva natural. En contraste, en 1996, la ablación del tallo ocular únicamente aceleró un proceso de maduración ya iniciado alcanzándose un pico de desoves al cabo de 3 semanas después de lo cual el perfil temporal fue oscilatorio y dependió muy probablemente de remaduraciones subsecuentes de las hembras en producción.

En cuanto a organismos domesticados, es importante destacar que en muchas de las variables registradas se observó un incremento inicial en el desempeño reproductivo, seguido de un decaimiento en la misma. Lo anterior fue notorio para la producción de desoves (totales, buenos y eclosionados) y nauplios totales para organismos de la segunda generación en 1996. Dicho comportamiento aunque con un perfil temporal diferente, también se observó en caso de los desoves buenos y eclosionados así como en la producción total de nauplios para los organismos de la primera generación en 1995. Sin embargo, en los organismos silvestres la disminución en la producción al final del periodo considerado de 8 semanas no fue observado. En 1995, tal como ya se mencionó, hubo un incremento gradual, mientras que en 1996 el comportamiento fue oscilatorio después de un incremento durante las primeras tres semanas. En realidad, la disminución en la producción a lo largo del tiempo es un fenómeno común, a menudo denominado como agotamiento reproductivo y que ya sido reportado por varios autores. De manera general, consiste en una disminución en la producción de desoves y nauplios totales así como en algunas variables representativas de la calidad del desoves (Aquacop, 1979; Simon, 1982; Bray *et.al.*, 1990; Nascimento, 1991; Palacios *et.al.* 1999b).

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, el agotamiento reproductivo parece haberse presentado únicamente en caso de los organismos domesticados al menos en el periodo considerado de 8 semanas. En realidad el promedio histórico en la producción obtenido a lo largo de varios por parte de la empresa APSA con organismos domesticados indica que el decaimiento en la producción de desoves y nauplios totales inicia a partir de las 12 semanas (Malagamba, comunicación personal).

Por lo anterior, el agotamiento reproductivo parece ser mas prematuro en la población de organismos domesticados, indicando que la vida "útil" de estos reproductores sería menor. En conjunto con el menor rendimiento en términos de producción total de nauplios discutido previamente y considerando los costos asociados, esta aparente deficiencia de los organismos domesticados debe ser tomada en cuenta en un análisis bioeconómico.

De cualquier manera, una ventaja adicional de los lotes domesticados, sobretodo si están a proximidad de las instalaciones de maduración, es la disponibilidad inmediata y prácticamente ilimitada de reproductores, lo cual compensaría un agotamiento reproductivo prematuro. La renovación de los lotes es mucho más problemática en caso de los lotes silvestres, en los cuales hay que asumir el costo del transporte (no considerado en el precio de venta de cada reproductor) así como una disponibilidad variable tanto del punto de vista temporal como cuantitativa.

## CONCLUSIONES

Los organismos silvestres, presentaron un mejor desempeño reproductivo general, en términos de desoves viables y eclosionados, así como en la producción de nauplios totales y por desove. El menor tamaño de organismos de los reproductores domesticados, podría ser la causa principal de las diferencias encontradas.

La calidad de los desoves evaluada en términos de la relación desoves buenos / desoves totales, fue superior en organismos silvestres. Sin embargo, esta influencia no fue tan clara en el porcentaje de fertilización donde muy probablemente hubo otras influencias. Es necesaria una comparación más sistemática de la calidad larvaria obtenida en caso de ambos orígenes.

La influencia de factores externos tales como el tamaño de los organismos, condiciones de engorda, densidad de siembra, tipos de estanquería y alimentación de los organismos durante el ciclo de cultivo, repercuten de manera directa en las variables cuantitativas y cualitativas de producción evaluadas. Lo anterior explicaría un mejor desempeño reproductivo en términos de número de desoves, de la primera generación (G1) con respecto de la segunda (G2).

El mejor desempeño reproductivo de los organismos silvestres, observado durante 1996 con respecto a 1995, puede deberse a la época del año en que fueron capturados y sometidos a la inducción a la maduración, ya que según algunos autores, se han reportado diferencias en el desempeño reproductivo en función de la estación del año. Sin embargo, es difícil establecer las causas exactas de este fenómeno, ya que se trata de lotes distintos de organismos y por ende, se desconocen sus condiciones particulares de desarrollo.

El proceso de domesticación, permitirá aunque no de manera inmediata, el garantizar a largo plazo el mantenimiento de un stock de reproductores constante, que ofrezca una producción de semilla durante todo el año y permita la implementación de programas de mejoramiento genético, además de ofrecer también organismos más resistentes a las cambiantes condiciones del medio que en las granjas de cultivo se presentan.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- ACUACOP. 1977. Observation sur la maturation et la reproduction captive das crevettes peneides en miliey tropical. Third meeting of ICES Working Group on Mariculture, Brest, France, 10-13 May 1977. Actes de Colloques du CNEXO, 4. 157-178 p.
- AQUACOP, 1979. Penaeid reared brood stock: Closing the cycle of *P. monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. Proceedings of the World Mariculture Society 10 : 445-452 p.
- AQUACOP. 1983. Constitution of Broodstock, Maturation, Spawning and Hatching Systems for Peneid Shrimps in the Centre Oceanologique Du Pacifique. En: J.P. Mc. Vey (Editor) Handbook of Mariculture; Crustacean Aquaculture. CRR - Press, Florida. Vol. 1. 105-122 p .
- Aramburu, C.R. 1997. Estudio comparativo de maternización y preengorda hiperintensiva de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) en estanquería supralitoral en tres tipos de recubrimientos plásticos. UNAM. Tesis de licenciatura. México 59 p.
- Bray, W. A. and Lawrence A. 1990. Reproduction of Eyestalk-Ablated *Penaeus stylirostris* Fed Various Levels of Total Dietary Lipid. Journal of the World Aquaculture Society. 21: 41-52 p.
- Bray,W. and Lawence A. 1992. Reproduction of *Penaeus* species in captivity. En: A.W. Fast and J. Lester, editors. Marine shrimp culture: Principles and practices. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. Netherlands. 93-170 p.

- Browdy, C.L., 1986. The reproductive performance of wild and pond reared *Penaeus semisulcatus* . Aquaculture, 59 :251-258 p.
- Castello-Orvay, F. 1993. Acuicultura: Historia, evolución y situación actual. En: Castello-Orvay, F. (Editor). Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Publicaciones de la Universidad de Barcelona. 793 p.
- Cavalli, R., Scardua R., Wasielesky W. 1997. Reproductive Performance of Different Sized Wild and Pond-reared *Penaeus paulensis* Females. Journal of the World Aquaculture Society. 28: 260-267 p.
- CICTUS. 1986. El Cultivo de camarón en México. Aquavisión. Julio-Agosto. México. Vol. 1 No.4
- Clifford, H. 1997. Super Shrimp; Un camino abierto al desarrollo sustentable. Panorama Acuícola. Vol.2 No.3:16-18 p.
- Crocos P.J. 1997. Seasonal and age variability in the reproductive performance of *Penaeus semisulcatus* broodstock : optimizing broodstock selection. Aquaculture 155: 55-67 p.
- Emmerson, W. D. 1980. Induced Maturation of Prawn *Penaeus indicus*. Marine Ecology. Progress Series 2:121-131 p.
- 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. Area Ciencias del Mar, 5 (No. Esp. AMAC): 27-34 p.

- Gómez.D., 1997. Las preguntas más frecuentes relacionadas con el manejo genético del camarón. *Panorama Acuícola*. Vol.2 No. 4:12-14 p.
- Hammed, S. 1997. Quality eggs produced from wild and captive spawners of *Penaeus indicus* H. Milne Edwards and their bacterial load: short communication. *Aquaculture Research*. 28: 301-303 p.
- Hansford S.W. and Mardsden. 1995. Temporal Variation in Egg and Larval Productivity of Eyestalk Ablated Spawners of the Prawn *Penaeus monodon* from Cook Bay, Australia. *Journal of the World Aquaculture Society*. 26: 396-405 p.
- Harrison, K., 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *Journal of Shellfish Research*. 9: 1-28 p.
- Hunter B., Pruder G., and Wyban J. 1987. Biochemical Composition of Pond Biota, Shrimp Ingesta, and Relative Growth of *Penaeus vannamei* in Earthen Ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*. 18: 162-174 p.
- Ibarra A.M., Ramírez J.L., Racotta I., Palacios E., and Magallón F. 1997. Performance comparison of eggs and nauplii for spawners from a second generation domesticated and wild shrimp of *Penaeus vannamei*. 159-160. En: D.E Alston, B.W Green and H.C. Clifford (editors); "IV Symposium on Aquaculture in Central America": focusing on shrimp and tilapia, 22-24 April 1997, Tegucigalpa Honduras. Asociación nacional de Acuicultores de Honduras and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society 159-160 p.

- Kurata, H. 1985. Cultivo de camarón kuruma. En generalidades de la Acuicultura. Serie de Texto Didáctico en Ciencia y Tecnología del Mar. México. SEP., SEIT., UEC Y TM. 19-40 p.
  
- Lucien-Brun; 1997. Evolution of world shrimp production: fisheries and aquaculture. World Aquaculture., 28:21-33 p.
  
- Makinouchi, S. and Hirata, H. 1995. Studies on maturation and reproduction of pond-reared *Penaeus monodon* for developing a closed life - cycle culture system. Israeli Journal of Aquaculture. 47: 68-77 p.
  
- Mazón J. 1996. Experiencias de maricultura en México. Foro Internacional de camaronicultura '96. Mazatlán, México. 1-15 p.
  
- Menasveta P., Piyatiratitivorakul S., Rungsupa S., Moree N., and Fast A. W. 1993. Gonadal maturation and reproductive performance of giant tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius ) from the Andaman Sea and pond- reared sources in Thailand. Aquaculture. 116: 191-198 p.
  
- Menasveta P., Sangpradub S. and Piyatiratitivorakul S. 1994. Effects of Broodstock Size and Source on Ovarian Maturation and Spawning of *Penaeus monodon* Fabricius from the Gulf of Thailand. Journal of the World Aquaculture Society. 25: 41-49 p.
  
- Mendoza, R. 1997. Nauplii production from Wild, Cultivated, and Mixed Populations of Blue Shrimp, *Penaeus stylirostris*. Journal of Applied Aquaculture. 7: 41-50 p.

- Minjares, L. 1996. Engorda de camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanquería litoral con recambio a base de energía de mareas. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar. CET-MAR. Tesis de Licenciatura. 49 p.
- Nascimento, I.A. 1991. Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. *Aquaculture*, 99: 387-398 p.
- Otogalli, L., Galinie, C. and Goxe, D. 1988. Reproduction in captivity of *Penaeus stylirostris* over ten Generations in New Caledonia. *J. Aqua Trop.*, 3; 111-125 p.
- Palacios, E., I.S. Racotta and APSA. 1999a. Spawning frequency analysis of wild and pond reared pacific white-shrimp *Penaeus vannamei* broodstock under large-scale hatchery conditions. *Journal of the World Aquaculture Society et. al.* 30: 180-191 p.
- Palacios, E., C. Rodriguez Jaramillo and I.S. Racotta. 1999b. Comparison of ovary histology between different size wild and pond reared shrimp *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*), *Invertebrate Reproduction and Development* (Aceptado).
- Primavera J.M. & Posadas R.A. ( 1981 ) Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. *Aquaculture* 22: 269-277 p.

- Primavera, J.M., 1985. A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. En: Y. Taki, J.H. Primavera and J.A. Llobrera (Editors), Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, Philippines, 1984. Aquaculture Dept., Southeast Asian Fisheries Development Center, 47-64 p.
- Quintio, E.T., et.al. 1993. Ovarian development in relation to changes in the external genitalia in captive *Penaeus monodon*. Aquaculture, 114: 71-81 p.
- Racotta, I.S. 1997. Productividad de piscinas sembradas con organismos silvestres y domesticados ( 2a. generación) durante 1996. Informe técnico a la empresa APSA.
- Ramos ,L. & Espejo M. 1995. Maturation and reproduction of Pond-Reared *Penaeus schmitti*. Journal of the World Aquaculture Society. 26:183-188 p.
- Rosenberry, B. 1997. World shrimp farming 1997, (R. Rosenberry, ed). Published by Shrimp News International. 5 p.
- SEPESCA. 1984. Método de cultivo de camarón en México. Secretaría de Pesca (SEPESCA), Subsecretaría de Fomento Pesquero y Dirección General de Acuicultura. México, 1984.
- SEPESCA. 1992. Taller sobre el análisis de la situación actual de las pesquerías de camarón a nivel nacional. 2-25 p.
- SEPESCA y Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. 1992. Estudio de factibilidad . DGA-EP-1992. Informe interno. La Paz B.C.S. México. 15-17 p.

- Simon, M. 1982. Large Scale, Commercial Application of Penaeid Shrimp Maturation Technology. Proceeding of the World Mariculture Society. 13: 301-312 p.
- Sreekumaran Nair, S. R. 1987. In vitro fertilization of banana prawn *Penaeus merguensis* de man. Mahasagar-Bulletin of the National Institute of Oceanography, 20(3): 187-190 p.
- Steel R. - Torrie J. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. Mc. Graw Hill. México. 622 p.
- Tave, D. 1990. Domestication; genetics and breeding. Aquaculture Magazine. 16: 71-73 p.
- Treece, G.D. and Yates, M.E. 1988. Laboratory Manual for the culture of Penaeidae Shrimp Larvae. Texas A&M University sea Grant College Program. Galveston, Texas. 75 p.
- Vázquez, L.G. y Villalobos, A. 1980. Artrópoda Parte II Mandibulata, Inst. Biol. UNAM. México. 680 p.
- Williams A.S., Davis A. and C.R. Arnold. 1996. Density- Dependent Growth and Survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a Semi-Closed Recirculating System. Journal of the World Aquaculture Society. 27: 107-112 p.
- Wyban J.N. & Sweeney J.A. 1991. Intensive Shrimp Production Technology. The Oceanic Institute Shrimp Manual. Ed. Argent Chemical Laboratories. Hawaii, U.S.A. 158 p.