



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

ASOCIACIONES FENOTÍPICAS ENTRE EL PESO
CORPORAL DE LA HEMBRA Y CARACTERÍSTICAS
REPRODUCTIVAS EN CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO
Penaeus (Litopenaeus) vannamei

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALEJANDRA CABALLERO ZAMORA

Asesores:

MVZ PhD Héctor Castillo Juárez
MVZ PhD Hugo Horacio Montaldo Valdenegro



MÉXICO D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIAS

A mi Señor Jesucristo, a quien dedico mi vida entera.

A mi esposo Gabriel, por que con él he pasado los momentos más felices y este no es la excepción. Te amo.

A mi hija Denisse, por ser el milagro más grande de mi vida.

A mis padres Consuelo Zamora y Juan J. Caballero, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos Gaby y Juan y a mis cuñados Norma y Oliver, por su gran apoyo y por cada uno de sus consejos.

A mi abuela Raquel (†) que estará siempre presente en cada uno de mis logros y de mis pensamientos.

A mi sobrino Eduardo, por iluminar nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por los conocimientos y oportunidades que me ha brindado.

A mis Asesores, el Doctor Héctor Castillo Juárez y el Doctor Hugo Montaldo Valdenegro, por su confianza y apoyo.

A mi jurado, Doctores Frida Salmerón, Carlos Vázquez, Reyes López y Andrés Castro por sus comentarios, apoyo y experiencia.

A Maricultura del Pacífico por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A Gabo, por enseñarme que las cosas son fáciles, uno es el que se las complica.

A la doctora Hilda Castro, por mostrarme el camino y enseñarme a ver la vida y la ciencia desde otro punto de vista.

Al doctor Pedro Ochoa, por tener siempre una respuesta para mí.

A la Estudiantina Veterinaria, por enseñarme el microcosmos para entender el macrocosmos

CONTENIDO

| | Página |
|--------------------|--------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| MATERIAL Y METODOS | 7 |
| RESULTADOS | 11 |
| DISCUSIÓN | 15 |
| REFERENCIAS | 18 |

RESUMEN

CABALLERO ZAMORA ALEJANDRA. Asociaciones fenotípicas entre el peso corporal de la hembra y características reproductivas en camarón blanco del Pacífico *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. (bajo la dirección de: MVZ, PhD Héctor Castillo Juárez y MVZ, PhD Hugo Horacio Montaldo Valdenegro).

La camaronicultura en México es una actividad económica importante en expansión. Los laboratorios productores de larva son el primer eslabón en la cadena productiva del camarón y son ellos quienes desarrollan programas para mejorar áreas de gran importancia como la reproducción y la genética, lo que permite disminuir costos y aumentar el rendimiento productivo.

El objetivo del presente estudio fue evaluar las relaciones fenotípicas existentes entre el peso corporal de la hembra en periodo reproductivo y algunas variables reproductivas como número de huevos producidos, número de nauplios y porcentaje de eclosión, en una población domesticada de *P. vannamei* seleccionada para peso corporal.

Los resultados obtenidos para las correlaciones fenotípicas entre peso corporal de la hembra y las variables reproductivas fueron significativas con número de huevos (0.24 a 0.34) y con número de nauplios (0.14 a 0.18)

En cuanto a los coeficientes de regresión de las relaciones entre el peso corporal de la hembra y el número de huevos y nauplios para la población en general y para cada uno de los grupos resultaron significativos ($P < 0.05$) para el modelo lineal a diferencia de las relaciones entre el peso corporal de la hembra y el porcentaje de eclosión.

Los resultados obtenidos permiten decir que para las hembras de *Penaeus (Litopenaeus vannamei)* de la población estudiada, un mayor peso corporal se asocia con un mayor número de huevos.

INTRODUCCION

La acuicultura en México es una actividad económica importante que por su acelerado crecimiento fomenta la creación de nuevas fuentes de empleo^{1,2}.

Además, es una de las actividades productoras de alimentos que en el ámbito mundial viene registrando tasas de crecimiento hasta de 10 % anual³, las que son superiores a las registradas en la producción de carne de bovinos, aves y cerdos, que en promedio alcanzan tasas de crecimiento inferiores a 3.0 %⁴.

México es un país con grandes expectativas de crecimiento para su producción acuícola, que ha visto su mayor crecimiento y expansión en la camaronicultura debido al alto valor comercial de este producto por su importante demanda a nivel mundial. Por esa razón, es fundamental impulsar el desarrollo tecnológico de este sector productivo.

El camarón en México se produce en las regiones del Pacífico Norte y Sur, Golfo de México y Golfo-Caribe⁵. Entre las especies con mejores posibilidades de manejo y más utilizadas en sistemas de cultivo en varios países de América, incluyendo México, destaca el camarón blanco del Pacífico (*Penaeus (Litopenaeus) vannamei*) ya que se adapta bien al cultivo, tolera altas densidades, tiene una alta tasa de crecimiento y supervivencia, además de buen mercado internacional⁶. Adicionalmente, se ha observado una demanda ligeramente creciente del camarón cultivado, debido a su precio, al relativo

estancamiento de las capturas pesqueras, al crecimiento de la población y a la preferencia por consumir productos saludables (i.e., con mayor control sanitario).

En México, durante el año 2006, el valor de producción del camarón proveniente de la acuicultura fue de 3,590,994 miles de pesos cantidad superior al valor de producción de camarón de captura que fue de 2,915,759 miles de pesos⁷.

En la camaronicultura destacan dos áreas: los laboratorios productores de larva y las granjas engordadoras. Los laboratorios productores de larva son el primer eslabón en la cadena productiva del camarón y determinan gran parte del éxito de la actividad debido a la importancia de la selección de reproductores y al conocimiento y cumplimiento de los requerimientos de alimento y ambiente de cada una de las fases larvarias.

Los laboratorios mencionados han desarrollado programas para mejorar áreas de gran importancia como la genética y la reproducción orientadas a disminuir los costos de producción y brindar una mayor rentabilidad tanto a nivel de criaderos como de engorda.

Los estudios sobre reproducción en esta especie se han enfocado principalmente a la maduración de las hembras, centrándose en el primer caso en el sistema endocrino, el nutricional y en el medio ambiente^{8,9}.

Dado que los programas de mejoramiento genético en camarón se han enfocado principalmente a características de crecimiento, es importante conocer la relación existente entre estas características y la eficiencia reproductiva (desempeño reproductivo) la cual incluye variables como número de huevos, número de desoves, intervalo entre desoves en periodo reproductivo y porcentaje de eclosión. Todo ello con el fin de establecer programas para optimizar la obtención de organismos en los laboratorios de producción de larva^{10, 11}.

En diversos estudios en distintas especies marinas como en el huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*)¹² en las centollas (*Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa*)¹³, sardinas (*Sardinops sagax*¹⁴ y *Sardinella aurita*¹⁵), guatopotes o repotetes manchados (*Heterandria bimaculata*)¹⁶ y en camarones banda de coral (*Stehopus hispidus*)¹⁷ se ha encontrado que el tamaño corporal de la hembra está relacionado positivamente con el volumen del ovario y éste a su vez con el número de huevos que una hembra puede producir en cada puesta. Es decir, a mayor tamaño corporal, mayor volumen del ovario y mayor número de huevos.

En los crustáceos, la fecundidad se ha definido como el número de huevos liberados por una hembra en un solo proceso de desove o como el número de huevos contenidos bajo el abdomen de las hembras^{11, 18, 19}. Algunos estudios en estas especies incluyen la fecundidad relativa expresada en términos del número de huevos producidos por gramo de peso corporal. Ambas

variables se han relacionado de manera positiva con el peso corporal de la hembra²⁰⁻³⁰.

Son pocos los estudios que hacen referencia a la asociaciones fenotípicas entre medidas reproductivas y el tamaño corporal u otras características de crecimiento en *P. vannamei*.

El objetivo del presente estudio fue evaluar las relaciones fenotípicas existentes entre el peso corporal de la hembra en periodo reproductivo y algunas variables de eficiencia reproductiva (número de huevos producidos, número de nauplios y porcentaje de eclosión), en una población domesticada de *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* seleccionada para peso corporal.

MATERIAL Y METODOS

Ubicación

Los datos fueron obtenidos del Núcleo Genético del laboratorio de producción de larva de camarón de la empresa Maricultura del Pacífico SA de CV, que se dedica a la venta de nauplios, post-larvas y reproductores. El laboratorio está ubicado en el municipio de Rosarito, Sinaloa, 64 Km al sur de Mazatlán.

Información

La información proviene de hembras de dos líneas; de conservación y selección del programa del Núcleo Genético de la empresa mencionada. Estas provienen de un programa que inició en 1998 con un programa de selección masal para peso a la cosecha (130 días post-eclosión), que a partir de 2003 fue modificado con la incorporación de metodologías BLUP. Este programa utiliza una combinación de selección familiar e intrafamiliar que se describe brevemente más adelante. Para el análisis se utilizaron datos obtenidos en los ciclos de selección de julio de 2006 y de abril y junio de 2007.

En 2007 el núcleo de reproductores fue dividido en 2 líneas genéticas, la primera destinada a un programa de selección para características de crecimiento y sobrevivencia (2007 SEL) y la segunda a la conservación de la variación genética (2007 CON). Debido a esto, dichas líneas de 2007 se analizaron separadamente.

En el año 2006 las variables disponibles para el estudio fueron número de huevos, número de nauplios y porcentaje de eclosión, en 2007 se añadió el peso de la hembra.

Manejo de los reproductores

De 1998 a 2007 se aplicó un programa de mejoramiento genético dentro de la población orientado al incremento del peso a la edad de comercialización (130 días posteclosión). La selección inicial se realizó con base en las medias fenotípicas familiares (selección familiar fenotípica) y por selección masal (individual) dentro de familia. A partir de 2003 la selección de familias se basó en las medias de los valores genéticos familiares predichos (BLUP) utilizando un modelo animal y una selección masal de intensidad variable dentro de las familias seleccionadas.

Los progenitores seleccionados fueron marcados individualmente con anillos colocados en un pedúnculo ocular con una edad y peso aproximados de 10 meses y 45 gr. Después fueron colocados, separados por sexo, en estanques de maduración de 36 m², con una columna de agua de 0.35 m, a una densidad de 8 camarones/m² y mantenidos a una temperatura de 28 a 29° C con una salinidad de 34 ppt y un recambio diario de agua de 400%. Dichos progenitores reciben alimento comercial con 35 a 40% de proteína. Con el fin de acelerar el proceso de maduración gonadal, dos o tres semanas después de la aclimatación de los camarones a los estanques de maduración, se realizó la ablación ocular unilateral (extirpación del globo ocular) en las hembras.

La edad promedio (σ) de las hembras al momento de la medición fue de 308.97 días (28.5) con un coeficiente de variación de 9.23% y la media de su peso (σ) fue de 46.2 g (3.65) con un coeficiente de variación de 7.9%.

Producción de familias.

En 2006 se utilizó la mezcla de los dos espermatozoides de cada macho para inseminar a tres hembras diferentes. En 2007 se utilizó un espermatozoides de cada macho por cada hembra. Las hembras inseminadas fueron colocadas en tanques de 500 l en donde ovipositaron y 6 horas después fueron regresadas a los estanques de maduración. Los huevos fueron recolectados en cubetas de 10 l donde se lavaron con una solución de yodo a 96 ppm y posteriormente se regresaron a los tanques de 500 l para que eclosionaran en ellos para lo cual se mantuvieron en suspensión por aireación constante.

Los huevos fueron recolectados entre 10 y 12 horas después para ser colocados en cubetas con 15 l de agua también con aireación constante. El número de huevos no eclosionados y nauplios por hembra se estimó usando el promedio de los conteos de tres muestras independientes de 1 ml tomadas con pipetas directamente de la cubeta. La toma de las muestras se realizó en forma perpendicular a la superficie del agua y se emplearon piedras aireadoras para favorecer la suspensión y homogenización de la muestra. El conteo registrado se extrapoló al valor esperado en los 15 l. Finalmente, se desechó aproximadamente 40% de los desoves producidos por contar con menos de 25,000 nauplios.

Análisis estadísticos

Para conocer las relaciones fenotípicas existentes entre las características reproductivas de la hembra de *P. vannamei* (número de huevos producidos, número de nauplios y porcentaje de eclosión de los huevos) así como la relación de estas con el peso corporal de la hembra, se estimaron ecuaciones de regresión lineal simple de cada una de las diferentes características reproductivas arriba mencionadas sobre el peso corporal, así como ecuaciones de regresión lineal de las características reproductivas.

Se evaluaron modelos que contuvieron efectos lineales y cuadráticos de las variables predictoras en cada caso. También se estimaron las correlaciones simples entre las características reproductivas y las correlaciones de éstas con el peso corporal. Los datos se analizaron empleando el paquete estadístico JMP³¹.

RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos de las variables estudiadas por grupo de datos se presentan en el cuadro 1.

| Cuadro 1 | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|
| Estadísticos descriptivos del número de huevos, número de nauplios, porcentaje de eclosión y peso de la hembra en los grupos de datos estudiados | | | | | |
| | Grupo de datos | Número de observaciones | Media | Error Estándar | Coficiente de Variación |
| Número de huevos (Huevos) | 2006 | 200 | 184185 | 4847.5 | 37.2 |
| | 2007SEL | 201 | 151403 | 3868.5 | 36.2 |
| | 2007CON | 126 | 144127 | 4657.5 | 36.3 |
| | GENERAL | 527 | 162104.4 | 2712.6 | 38.4 |
| Número de Nauplios (Nauplios) | 2006 | 200 | 53535 | 2524 | 66.7 |
| | 2007SEL | 201 | 81736 | 2843 | 49.3 |
| | 2007CON | 126 | 54444 | 3514 | 72.4 |
| | GENERAL | 527 | 64509 | 1771 | 63 |
| Porcentaje de Eclosión (% Eclosión) | 2006 | 200 | 31.8 | 1.4 | 63.2 |
| | 2007SEL | 201 | 55.1 | 1.5 | 37.4 |
| | 2007CON | 126 | 38.5 | 1.9 | 54.4 |
| | GENERAL | 527 | 42.3 | 1 | 54.3 |
| Peso de la hembra (g) (Peso Hembra) | 2006 | - | - | - | - |
| | 2007SEL | 196 | 46.4 | 0.3 | 8.4 |
| | 2007CON | 122 | 46.1 | 0.3 | 7.7 |
| | GENERAL | 318 | 46.3 | 0.2 | 8.1 |

En los cuadros 2 a 5 se presentan las correlaciones (fenotípicas) lineales simples entre las variables bajo estudio. Además se presentan en ellos los coeficientes de determinación para los modelos lineales con su significancia para la población en general y dentro de los grupos 2006, 2007 SEL y 2007 CON, resultando no significativas las relaciones entre el peso corporal de la hembra y el porcentaje de eclosión para la población en general y para los grupos 2007 SEL y 2007 CON, al igual que la relación entre número de

nauplios y peso de la hembra, y el número de huevos con el porcentaje de eclosión para el grupo 2007 CON

Los coeficientes de determinación ajustados en los modelos cuadráticos se mantuvieron en relación al modelo lineal

| Cuadro 2 | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|
| Correlaciones fenotípicas y coeficientes de determinación entre todas las variables reproductivas con el peso corporal de la hembra para la población general | | | | | | |
| Variable Dependiente | Variable Independiente | Número de observaciones | Correlación Fenotípica | Significancia | R ² ajustado para el modelo lineal | Significancia |
| <i>Nauplios</i> | <i>Huevos</i> | 527 | 0.30* | <0.0001 | 0.09* | <0.0001 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Huevos</i> | 527 | -0.29* | <0.0001 | 0.08* | <0.0001 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Nauplios</i> | 527 | 0.77* | <0.0001 | 0.59* | <0.0001 |
| <i>Huevos</i> | <i>Peso Hembra</i> | 318 | 0.31* | <0.0001 | 0.09* | <0.0001 |
| <i>Nauplios</i> | <i>Peso Hembra</i> | 318 | 0.14* | 0.0103 | 0.02* | 0.0103 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Peso Hembra</i> | 318 | -0.07 | 0.1868 | 0 | 0.1868 |
| * Significativas para el efecto con valor de P < 0.05 | | | | | | |

| Cuadro 3 | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|
| Correlaciones fenotípicas y coeficientes de determinación entre las variables reproductivas para el grupo 2006 | | | | | | |
| Variable Dependiente | Variable Independiente | Número de observaciones | Correlación Fenotípica | Significancia | R ² ajustado para el modelo lineal | Significancia |
| <i>Nauplios</i> | <i>Huevos</i> | 200 | 0.20* | 0.0056 | 0.03* | 0.0056 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Huevos</i> | 200 | -0.37* | <0.0001 | 0.13* | <0.0001 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Nauplios</i> | 200 | 0.76* | <0.0001 | 0.58* | <0.0001 |
| * Significativas para el efecto con valor de P < 0.05 | | | | | | |

| Cuadro 4 | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|
| Correlaciones fenotípicas y coeficientes de determinación entre todas las variables reproductivas con el peso corporal de la hembra para el grupo 2007 SEL | | | | | | |
| Variable Dependiente | Variable Independiente | Número de observaciones | Correlación Fenotípica | Significancia | R ² ajustado para el modelo lineal | Significancia |
| <i>Nauplios</i> | <i>Huevos</i> | 201 | 0.52* | <0.0001 | 0.27* | <0.0001 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Huevos</i> | 201 | -0.16* | 0.0266 | 0.02* | 0.0266 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Nauplios</i> | 201 | 0.71* | <0.0001 | 0.50* | <0.0001 |
| <i>Huevos</i> | <i>Peso Hembra</i> | 196 | 0.34* | <0.0001 | 0.11* | <0.0001 |
| <i>Nauplios</i> | <i>Peso Hembra</i> | 196 | 0.18* | 0.0117 | 0.03* | 0.0117 |
| % <i>Eclosión</i> | <i>Peso Hembra</i> | 196 | -0.09 | 0.2057 | 0 | 0.2057 |
| * Significativas para el efecto con valor de P < 0.05 | | | | | | |

| Cuadro 5 | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------------|
| Correlaciones fenotípicas y coeficientes de determinación entre todas las variables reproductivas con el peso corporal de la hembra para el grupo 2007 CON | | | | | | |
| Variable Dependiente | Variable Independiente | Número de observaciones | Correlación Fenotípica | Significancia | R ² ajustado para el modelo lineal | Significancia |
| <i>Nauplios</i> | <i>Huevos</i> | 126 | 0.52* | <0.0001 | 0.26* | <0.0001 |
| % <i>Eclósión</i> | <i>Huevos</i> | 126 | -0.09 | 0.3143 | 0 | 0.3143 |
| % <i>Eclósión</i> | <i>Nauplios</i> | 126 | 0.75* | <0.0001 | 0.56* | <0.0001 |
| <i>Huevos</i> | <i>Peso Hembra</i> | 122 | 0.24* | 0.0083 | 0.05* | 0.0083 |
| <i>Nauplios</i> | <i>Peso Hembra</i> | 122 | 0.07 | 0.4675 | 0 | 0.4675 |
| % <i>Eclósión</i> | <i>Peso Hembra</i> | 122 | -0.1 | 0.2778 | 0 | 0.2778 |

* Significativas para el efecto con valor de P < 0.05

Los cuadros 6 y 7 muestran los coeficientes de regresión para la población en general y para cada uno de los grupos que resultaron significativos (P<0.05) para el modelo lineal y los correspondientes a las asociaciones con el peso corporal de la hembra.

| Cuadro 6 | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|-------------|--------------------|--|
| Coeficientes de Regresión para la población en general | | | | | | |
| <i>Variable dependiente</i> | <i>Variable independiente</i> | <i>GENERAL</i> | <i>Estimado</i> | <i>e.e.</i> | <i>Prob> t </i> | |
| Nauplios | Huevos | Huevos | 0.25 | 0.03 | <.0001 | |
| % Eclósión | Nauplios | Nauplios | 5.45E-06 | 2.04E-07 | <.0001 | |
| Huevos | Peso Hembra | Hembra | 4420.1 | 770.49 | <.0001 | |
| Nauplios | Peso Hembra | Hembra | 1615.55 | 623.21 | 0.01 | |
| % Eclósión | Peso Hembra | Hembra | -0.004 | 0 | 0.1886 | |
| | | Hembra ² | 0 | 0 | 0.1323 | |

| Cuadro 7 | | | | | |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------------|
| Coefficientes de Regresión para | | | | | |
| los grupos 2006, 2007 SEL, 2007 CON | | | | | |
| <i>Variable dependiente</i> | <i>Variable independiente</i> | 2006 | Estimado | e.e. | Prob> t |
| | | Nauplios | 34411.41 | 7072.92 | <.0001 |
| Nauplios | Huevos | Huevos | 0.12 | 0.04 | 0.0011 |
| | | % Eclosión | 0.07 | 0.02 | 5.00E-04 |
| % Eclosión | Nauplios | Nauplios | 4.98E-06 | 4.01E-07 | <.0001 |
| | | 2007 SEL | Estimado | e.e. | Prob> t |
| | | Nauplios | 10218.49 | 7966.58 | 0.2011 |
| Nauplios | Huevos | Huevos | 0.49 | 0.054 | <.0001 |
| | | % Eclosión | 0.22 | 0.023 | <.0001 |
| % Eclosión | Nauplios | Nauplios | 4.59E-06 | 3.06E-07 | <.0001 |
| | | Huevos | -7.20E+04 | 4.45E+04 | 0.1079 |
| Huevos | Peso Hembra | Peso Hembra | 4.85E+03 | 9.57E+02 | <.0001 |
| | | Nauplios | -4.65E+03 | 34171.06 | 8.92E-01 |
| Nauplios | Peso Hembra | Peso Hembra | 1.85E+03 | 734.08 | 0.01 |
| | | % Eclosión | 7.73E-01 | 1.77E-01 | <.0001 |
| % Eclosión | Peso Hembra | Peso Hembra | -4.93E-03 | 3.81E-03 | 0.2 |
| | | 2007 CON | Estimado | e.e. | Prob> t |
| | | % Eclosión | 0.45 | 0.05 | <.0001 |
| % Eclosión | Huevos | Huevos | -6.91E-07 | 3.72E-07 | 0.0652 |
| | | % Eclosión | 0.13 | 0.02 | <.0001 |
| % Eclosión | Nauplios | Nauplios | 5.28E-06 | 4.50E-07 | <.0001 |
| | | Huevos | -31404.4 | 61018.35 | 0.6077 |
| Huevos | Peso Hembra | Peso Hembra | 3717.87 | 1310.67 | 0.0054 |
| | | Nauplios | 11240.093 | 47762.87 | 0.8144 |
| Nauplios | Peso Hembra | Peso Hembra | 889.14 | 1025.94 | 0.3879 |
| | | % Eclosión | 0.62 | 0.25 | 0.0161 |
| % Eclosión | Peso Hembra | Peso Hembra | -0.01 | 0.01 | 0.3384 |

DISCUSION

Los valores obtenidos para las correlaciones fenotípicas entre peso corporal de la hembra de *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* y las variables reproductivas fueron significativas en todos los casos ($P < 0.05$) con excepción de la asociación entre el peso de la hembra y el porcentaje de eclosión para todos los grupos, número de huevos y porcentaje de eclosión para el grupo 2007 CON y entre el número de nauplios y el peso de la hembra del mismo grupo.

Las correlaciones entre el peso corporal de la hembra y el número de huevos variaron entre 0.24 y 0.34 ($P < 0.05$), lo que concuerda con otros estudios en esta especie y en *Penaeus indicus* que mencionan valores que varían entre 0.31 y 0.38^{10,32,33} y en otras especies marinas con valores que fluctúan entre 0.27 y 0.56³⁴⁻³⁸.

La correlación entre el peso corporal y el número de nauplios varió de 0.14 a 0.18 la cual no es mayor debido a la asociación negativa entre el número de huevos y el porcentaje de eclosión. Cabe destacar que Wyban y col. (1987)³⁹ observaron un valor de 0.32 para *Penaeus monodon*.

Para la relación entre el peso corporal y el porcentaje de eclosión se observaron en este estudio coeficientes de correlación que variaron entre -0.07 y -0.10, mismos que no fueron estadísticamente diferentes de cero mientras que Hansford y col. (1995)⁴⁰ estimaron esta correlación con un valor -0.17.

En cuanto a los coeficientes de determinación reportados para la relación entre el número de huevos liberados por una hembra en un solo proceso de desove y el peso corporal en camarones se mencionan valores en la literatura que fluctúan entre 0.77 y 0.98 con un efecto claramente lineal^{27, 28,29}, mismos que difieren de los obtenidos en este estudio, que van de 0.05 a 0.11.

Las asociaciones observadas entre las características reproductivas fueron consistentes en todos los grupos de datos de este estudio. Respecto a estas asociaciones, Macbeth y col. (2007)⁴¹ mencionan una correlación fenotípica (e.e.) entre el número de huevos y el número de nauplios de 0.23 (0.12) en *Penaeus monodon*, valores que se asemejan a los observados en este estudio que fluctuaron entre 0.20 y 0.52.

Para número de huevos y porcentaje de eclosión, Macbeth y col. (2007)⁴¹ presentan un valor de -0.16 con un error estándar de 0.13, lo cual concuerda con los valores de este estudio que variaron entre -0.16 a -0.37. Respecto a la asociación entre número de nauplios y porcentaje de eclosión, Macbeth y col. (2007)⁴¹ mencionan un valor de 0.85 con un error estándar de 0.04 mientras que en nuestro estudio se observaron valores un poco menores, que fluctuaron entre 0.71 y 0.77

Debe destacarse que la población estudiada se trata de una población seleccionada genéticamente para peso a 130 días y que en el análisis no se incluyeron hembras con desoves menores a 25,000 nauplios, ya que éstas se

descartan en los procesos de operación del Núcleo Genético. Lo anterior introduce un sesgo y por ello no nos permite determinar si las relaciones entre peso y las variables indicadoras de eficiencia reproductiva de estas hembras con menor número de nauplios son similares a las observadas en la población estudiada.

Con los resultados obtenidos se tiene evidencia para decir que para las hembras de *Penaeus (Litopenaeus vannamei)* de la población estudiada, un mayor peso corporal se asocia con un mayor número de huevos.

Es importante resaltar que en este estudio no se establecieron relaciones genéticas por lo cual no es posible inferir sobre la respuesta correlacionada entre características de crecimiento y reproductivas.

REFERENCIAS

- 1.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Censo económico 2004 INEGI. Resultados generales. México (DF): INEGI, 2005.
- 2.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El estado mundial de la pesca y acuicultura 2006. Roma, Italia: FAO, 2007.
- 3.- Mártir-Mendoza A. La acuicultura como estrategia de desarrollo de zonas costeras y rurales de México. *Ra Ximhai* 2006; 2:769-793.
- 4.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación Programa de información de especies acuáticas cultivadas *Penaeus vannamei* (Boone, 1931). FAO 2008.
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei_es#tcNC00F
A revisado en Agosto del 2008
- 5.- Avilés-Quevedo S, Vázquez-Hurtado M. Fortalezas y debilidades de la acuicultura en México. Comisión de Pesca de la Cámara de Diputados. México 2005.
- 6.- Arredondo-Figueroa J. El cultivo de camarón en México, actualidades y perspectivas. *Contactos* 2002; 43:41-54.
- 7.- Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. Estadísticas de producción de camarón de pesca y acuicultura. CONAPESCA (2006). *Industria Acuícola* 2007; 4:36-37.
- 8.- Racotta IS, Palacios E, Ibarra AM. Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture* 2003; 227:107-130.

- 9.- Gitterle T, Morten R, Salte R, Cock J, Johansen H, Lozano C, et al. Genetic (co)variation in harvest body weight and survival in *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* under standard commercial conditions. *Aquaculture* 2005; 243:83-92.
- 10.- Arcos FG, Racotta IS, Ibarra AM. Genetic parameter estimates for reproductive traits and egg composition in Pacific white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. *Aquaculture* 2004; 236:151-165.
- 11.-Ibarra AM, Racotta IS, Arcos FG, Palacios E. Progress on the genetics of reproductive performance in penaeid shrimp. *Aquaculture* 2007; 268: 23-43
- 12.- Pintos TP, Rosales OM, Dumas S, Pliego CH Alcántar J. Características reproductivas del Huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) en cautiverio. CIVA 2003 II Congreso internacional virtual de acuicultura. CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>), 615-623.
- 13.- Lovrich G. La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Investigaciones Marinas* 1997; 25:41-57.
- 14.- Claramunt G. Número de desoves, producción de huevos y reclutamiento en *Sardinops sagax* del norte de Chile, entre 1974 y 1996. (Tesis Maestría en Ciencias). Concepción Chile: Universidad de Concepción, 1999.
- 15.- Guzmán R, Gómez G, Penott M, Vizcaino G. Estructura de tallas y reproducción de la sardina (*Sardinella aurita*). *Zootecnia Tropical* 1999; 17:155-174.
- 16.- Gómez-Márquez J, Guzmán-Santiago J. y Olvera-Soto A. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. *Revista de Biología Tropical* 1999; 47:581-592.

- 17.- Chockley BR, Mary CMS. Effects of body size on growth, survivorship, and reproduction in the banded coral shrimp (*Stehopus hispidus*). *Journal of Crustacean Biology* 2003; 23:836-848.
- 18.- Hernáez P, Palma S. Fecundidad, volumen del huevo y rendimiento reproductivo de cinco especies de porcelánidos intermareales del norte de Chile (Decapoda, Porcellanidae). *Investigaciones Marinas* 2003; 31:35-46.
- 19.- Csirke, J. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Documentos Técnicos de Pesca 1980; 192:82.
- 20.- Castagnolli N. Proporción sexual en la reproducción de la carpa *Cyprinus carpio* L. Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina, Montevideo, Uruguay. Serie: FAO Informes de pesca 1977; 1: 383.
- 21.- Alarcón C, Cubillos L, Oyarzun C. Influencia del tamaño de la hembra en la duración e intensidad de la actividad reproductiva de *Merluccius gayi gayi* en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas* 2004; 32:59-69.
- 22.- Koops MA, Hutchings JA, McIntyre TM. Testing hypotheses about fecundity, body size and maternal condition in fishes. *Fish and Fisheries* 2004; 5:20-130.
- 23.- Meruane J, Morales M, Galleguillos C, Rivera M, Hosokawa H. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina 1782) (decapada: palaemonidae). *Historia natural y cultivo. Gayana* 2006; 70:280-292
- 24.- Kaeriyama M, Urawa S, Fukuwaka M. Variation in Body Size, Fecundity, and Egg Size of Sockeye and Kokanee Salmon, *Oncorhynchus nerka*, Released from Hatchery. *Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery* 1995; 49:1-9

- 25.- Franco L. Maduración sexual y fecundidad del carite (*Scomberomorus maculatus*) de las costas del estado Falcón, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 1992; 10:157-169.
- 26.- Trippel EA, Neil SRE. Maternal and seasonal differences in egg sizes and spawning activity of northwest Atlantic haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) in relation to body size and condition. *Canadian Journal of Fishers and Aquatic Sciences* 2004; 61:2097-2110.
- 27.- Marcano L, Alió J. Aspectos reproductivos de la tonquicha (*Cynoscion jamaicensis*)_en la costa norte de la Península de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 2001; 19: 371-392.
- 28.- Barros S, Iwaszkizw J. Fecundidad del Pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Cuvier y Valenciennes, 1835) (Pisces: Atherinidae) en el embalse Cabra Corral, Provincia de Salta, Argentina. *AquaTIC* 2006; 24:42-49.
- 29.- Bilgin S, Samsun O. Fecundity and egg size of three shrimp species, *Crangon crangon*, *Palaemon adspersus*, and *Palaemon elegans* (Crustacea: Decapoda:Caridea), off Sinop Peninsula (Turkey) in the Black Sea. *Turkish Journal of Zoology* 2006; 30:413-421.
- 30.- Quiroga JE, Soto MR. Relaciones biométricas y fecundidad de *Glyphocrangon alata* (Faxon, 1893) en la zona norte de Chile (21°19'S; 70°20'W). *Investigaciones Marinas* 1997; 25:281-285.
- 31.- JMP. User's guide. Release 7 Copyright © 2007 SAS Institute Inc. Cary, NC, USA .
- 32.- Makinouchi S, Honculada-Primavera J. Maturation and spawning of *Penaeus indicus* using different ablation methods. *Aquaculture* 1987; 62:73-81.

- 33.- Palacios E, Pérez-Rostro CI, Ramírez JL, Ibarra AM, Racotta IS. Reproductive exhaustion in shrimp *Penaeus vannamei* reflected in larval biochemical composition, survival and growth. *Aquaculture* 1999; 171:309–321.
- 34.- Gall GAE. Genetics of reproduction in domesticated rainbow trout. *Journal of Animal Science* 1975; 40:19-28.
- 35.- Gall GAE, Gross SJ. Genetic studies of growth in domesticated rainbow trout. *Aquaculture* 1978; 13:225-234.
- 36.- Halseth V. Estimates of phenotypic and genetic parameters for egg size, egg volume and egg number in Atlantic salmon. Dissertation at Department of Animal Genetics and Breeding. Agricultural University of Norway, 1984.
- 37.- Haus E. Estimates of phenotypic and genetic parameters for egg size, egg volume and egg number in rainbow trout. Dissertation at Department of Animal Genetics and Breeding, Agricultural University of Norway, 1984.
- 38.- Huang N, Gall GAE. Correlation of body weight and reproductive characteristics in rainbow trout. *Aquaculture* 1990; 86:191-200.
- 39.- Wyban JA, Lee CS, Sweeney JN, Richards WK. Observations on development of a maturation system for *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 1987; 18:198-200.
- 40.- Hansford SW, Marsden GE. 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* 1995; 26:396-405.
- 41.- Macbeth M, Matthew K, Matthew S, Benziec J, Knibbd W, Wilsonb K. Heritability of reproductive traits and genetic correlations with growth in the black tiger prawn *Penaeus monodon* reared in tanks. *Aquaculture* 2007; 270: 51-56.