

# LA GENÉTICA EN EL CULTIVO DE CAMARONES EN CUBA

**Autoría principal:** Georgina Espinosa López<sup>1</sup>

**Otros autores:** Yaisel Borrell Pichs, Ubaldo Bécquer Zúñiga, Damir Hernández Martínez, Anna Pérez Beloborodova, Adriana Artilos Valor y Lourdes Pérez Jar

**Colaboradores:** Rogelio Díaz Fernández, Erik García Machado, Gloria Blanco, José Antonio Sánchez, Ana María Ibarra, Emilia Vasques Jean Deutsch, Muriel Jager, Julia Azanza Ricardo, Niurka Hernández Martínez, Leticia Arena y Carlos Rosas

Facultad de Biología, Centro de Investigaciones Marinas. Calle 25 # 455 e/ J e I CP 10400. La Habana. Fax 8321321. Telf. 8309821

Otras entidades participantes: Centro de Investigaciones Marinas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana (UH), Universidad de Oviedo, España, Empresa Brasileira de Produção Agropecuaria-Embrapa Teresina, PI, Brasil y el Centro de Investigaciones Pesqueras, MINAL

<sup>1</sup> Autor de correspondencia. Correo electrónico: [georgina@fbio.uh.cu](mailto:georgina@fbio.uh.cu)

**Georgina Espinosa López** (40%). Participó en el diseño y ejecución de toda la investigación, así como en la tutoría de tesis derivadas de este trabajo y en la escritura de las publicaciones que avalan la propuesta.

**Yaisel Borrell Pichs** (20%). Participó en el diseño y ejecución de la caracterización genética de las poblaciones de la especie *Penaeus schmitti*, en la tutoría de una tesis de diploma y esta caracterización constituyó parte de su trabajo de doctorado defendido en la Universidad de Oviedo en el 2002 cuando era trabajador de la Facultad de Biología Participo en la escritura de las publicaciones de mayor impacto.

**Ubaldo Bécquer Zúñiga** (15%). Participó en el diseño y ejecución de los aspectos de Genética Cuantitativa del trabajo participo en la tutoría de una tesis de diploma y en la escritura de 5 de las publicaciones. La mayor parte de su contribución a este trabajo lo constituyó su tesis de doctorado defendida en la Universidad de La Habana en el 2005 cuando era trabajador del Centro de Investigaciones Marinas.

**Damir Hernández Martínez** (10%). Participó en el diseño y ejecución de los aspectos de la investigación de relacionados con la caracterización de la ontogenia y la comparación de *P.schmitti* con *P setiferus*. El primer aspecto constituyo su trabajo de diploma. Se incorporó a la caracterización genética de los lotes de *P. vannamei* introducidos en Cuba para el cultivo. En la escritura de las publicaciones relacionadas con estos aspectos.

**Anna Pérez Beloborodova** (5%). Participó en la caracterización genética de los lotes de *Penaeus vannamei* introducidos en Cuba para el cultivo. Y en la escritura de las publicaciones relacionadas con estos aspectos.

**Adriana Artiles Valor** (5%). Participó en la caracterización genética de los lotes de *Penaeus vannamei* introducidos en Cuba para el cultivo. Y en la escritura de las publicaciones relacionadas con estos aspectos.

**Lourdes Pérez Jar** (5%). Participó en la selección de los lotes de *Penaeus vannamei* a caracterizar de las introducciones realizadas en Cuba de la especie. Igualmente en la escritura y análisis de las publicaciones relacionadas con estos aspectos.

## RESUMEN

El cultivo de cualquier especie requiere del conocimiento de la genética de las poblaciones bases y luego las cultivadas, por ello el problema que se planteó resolver fue la caracterización genética durante el desarrollo y en las poblaciones adultas de *Penaeus (Litopenaeus) schmitti*, empleando marcadores morfológicos y moleculares. Adicionalmente se determinaron la heredabilidad del crecimiento, correlaciones genéticas y fenotípicas, en la ontogenia de la especie. Las experiencias adquiridas fueron tomadas de base para la caracterización genética de las introducciones de la especie exótica *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*, cuando en el año 2003 se reorienta el cultivo del camarón en Cuba hacia esta especie. Los resultados han sido divulgados a través de 14 publicaciones, un diccionario técnico, una monografía, además de ser presentados en 31 ponencias en eventos científicos. Este trabajo permitió hacer los primeros reportes de *loci* microsatélites para la especie *P. (L) schmitti* y los primeros de estructura espacial y temporal de la especie en Cuba. Se brindan, por primera vez, para el camarón blanco *P. (L) schmitti* y para un crustáceo con explotación comercial en Cuba, estimaciones de parámetros genético–estadísticos de importancia para la mejora genética evaluados en diferentes estadios de desarrollo del camarón, lo cual sin dudas, será base y referencia obligada para la implantación en el país de un programa de mejora genética en Peneidos. Se establece la metodología para el seguimiento de la variabilidad genética de los lotes de cultivo de la especie *P (L) vannamei*.

## COMUNICACIÓN CORTA

El camarón, como muchos otros recursos pesqueros, ha recibido el impacto de la sobrepesca, que junto al deterioro ambiental han ocasionado la disminución de las poblaciones naturales. La acuicultura es uno de los sectores con mayor crecimiento en la economía mundial y el cultivo del camarón marino, en particular, es una actividad priorizada por Cuba y por otros países, debido a su alta demanda en el mercado y por ser un rubro de exportación importante. Teniendo en cuenta que las crías en cautiverio posibilitarán incrementar la producción y calidad del

camarón y que para ello se necesitará la implementación de un programa de cría selectiva de especies, los estudios genéticos, y en particular, la caracterización genética y su mejora genética, son imprescindibles para el logro de una explotación sostenible, basada en el aprovechamiento y mejora racional de los recursos genéticos de las especies cubanas y de aquellas exóticas que se introducen en el país.

Es así que el objetivo de este trabajo es caracterizar desde el punto de vista genético stock pesqueros del camarón blanco *Penaeus (Litopenaeus) schmitti* para seleccionar aquellos más variables y emplearlos en la formación de familias para determinar los parámetros la heredabilidad del crecimiento, correlaciones genéticas y fenotípicas, en la ontogenia de la especie.

En el año 2003, en Cuba se introducen por primera vez los lotes de camarón blanco del océano Pacífico *Penaeus(Litopenaeus) vannamei* (Tizol y col 2004) provenientes del Centro de mejora del camarón (Shrimp Improving System; SIS), de Estados Unidos, y a partir de entonces entre otros controles se establece la determinación de la variabilidad genética de esta especie de alto valor comercial, en las granjas que antes cultivaban la especie autóctona, *P. (L) schmitti.*, actividad que se pudo desarrollar por la experiencia adquirida con el trabajo con la especie autóctona cultivada en Cuba.

## Resultados

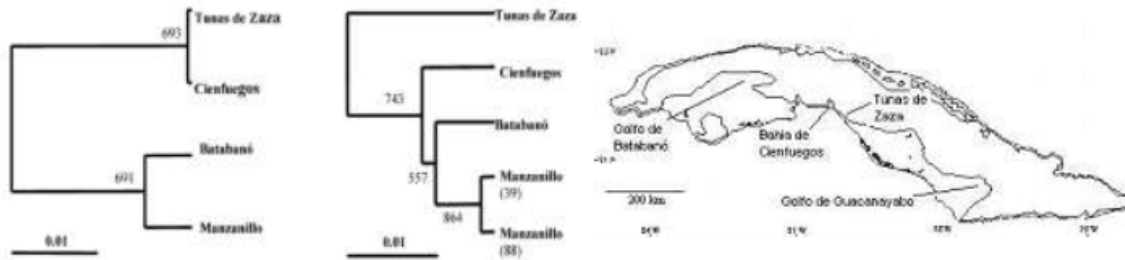
Los estimadores de variabilidad genética en general coinciden entre las poblaciones de *P. (L) schmitti* de Cuba.

Las frecuencias genotípicas de cada locus polimórfico estuvieron de acuerdo con aquellas esperadas bajo condiciones de equilibrio de Hardy-Weinberg para las aloenzimas en todas las poblaciones, pero no para los microsatélites.

Los tres estimadores de la variabilidad genética coinciden en que la población de Tunas de Zaza es la más variable genéticamente y la cuadrícula 88 del Golfo de Guacanayabo la menos variable. No obstante las diferencias más marcadas se obtienen con la heterocigosidad esperada promedio.

Variabilidad genética en poblaciones de <i>Penaeus schmitti</i> de Cuba				
	P	Na	He	He
	Aloenzimas	Microsatélites	Aloenzimas	Microsatélites
Batabano	0.33	/11.6	0.098	0.688
Ciénfuegos	0.29	/11.6	0.103	0.691
Tunas de Zaza	0.28	/11.6	0.132	0.696
Golfo de Guacanayabo Cuadrícula 39/88	0.33/0.29	/11.0	0.078/0.087	0.678

Los estimados de distancias e identidad genética indican una gran relación entre todas las poblaciones. El menor valor de distancia genética de 0.003 se obtuvo entre las 2 poblaciones del Golfo de Guacanayabo, las más cercanas geográficamente, pero ambas se diferencian muy poco de la población de Batabanó, la más alejada geográficamente con respecto a estas. De igual forma Tunas de Zaza, es la que más se diferencia de Batabanó y el Golfo de Guacanayabo.



El valor tan pequeño de distancia genética encontrado entre las poblaciones de los Golfos de Batabanó y Guacanayabo, no es explicable ni por su ubicación geográfica ni por las corrientes marinas. En contraste con este resultado, Sugama et al. (2002), encuentran que los valores de  $F_{st}$  y la separación geográfica entre poblaciones de *Penaeus monodon* de Indonesia están relacionados, aunque existen pocos reportes que encuentran una correlación positiva entre estos parámetros. Acerca de este pequeño valor de distancia genética entre los Golfos de Batabanó y Guacanayabo, se puede especular la existencia de un efecto de deriva motivado por la reducción de la variabilidad genética que se presenta en las poblaciones de ambos golfos, causada posiblemente por la destrucción del hábitat en ambas regiones del país. También pudiera constituir un evento estocástico, a pesar de que el análisis de estas localidades empleando loci aloenzimáticos y microsatélites como marcadores arrojó los mismos resultados.

En el análisis temporal realizado las aloenzimas revelaron un incremento en el tamaño efectivo de la población de Batabanó desde 1995 al 2003, mientras las poblaciones de Tunas de Zaza y Santa Cruz no. Los microsatélites revelaron una estabilidad en el tamaño efectivo poblacional entre los años 2000 a 2003 en Tunas de Zaza y Batabanó. Con ambos marcadores y en ambos tiempos las frecuencias génicas variaron de manera que las distancias genéticas estimadas mostraron árboles que muestran una tendencia a la mayor cercanía temporal que espacial de las localidades comparadas.

El análisis de los electroforetogramas de 3 deshidrogenasas, 4 hidrolasas y el patrón de proteínas totales cambian entre los estadios de huevo a nauplio y posteriormente los de zoea, que mostraron el patrón más diferenciado, esto coincide con un aumento en el número de bandas a medida que avanza la

diferenciación hasta el adulto, lo que sugiere un aumento en la actividad génica con la ontogenia.

La caracterización morfológica realizada sobre la base del largo y ancho del cefalotórax, largo y profundidad de los segmentos 5 y 6, peso total, peso de la cola con y sin exoesqueleto y número de dientes rostrales superiores así como loci de esterasas, en camarones provenientes del cultivo y medio natural, demostró que el proceso de cultivo afecta el modo de distribución de los dientes rostrales, ya que en los individuos cautivos predominan 8 dientes mientras que en las poblaciones naturales los preponderantes son individuos con 9. Al comparar la variabilidad genética medida como la  $H_e$  (heterocigosidad esperada) de 3 sistemas de esterasas con la variación morfométrica medida como el CV (coeficiente de variación) de los datos morfométricos se observa que fue una regularidad en todas las poblaciones que a mayor variación morfológica es menor la variación genética. Estos resultados están de acuerdo con Lerner (1954), que señala que en poblaciones con mayor variabilidad genética existe mayor homeostasis y por tanto será más baja la variabilidad de sus caracteres morfométricos. Esto implica que es necesario mantener una heterosis en el cultivo. En el trabajo también se describe una metodología para la formación de grupos genéticos por inseminación artificial, colocando el producto sexual de cada macho a cuatro hembras, obteniendo cuarenta y siete (47) grupos, con los que se evaluaron parámetros genéticos y correlaciones, en caracteres relacionados con el crecimiento en los estadios de postlarvas tempranas, juveniles, preadultos y adultos, en el camarón blanco *P. schmitti*. Los efectos fijos “corrida”, “dimorfismo sexual” y el “origen del macho” afectaron de forma significativa los componentes de varianza, en el estimado de parámetros genéticos y correlaciones, teniendo que corregir éstos en el modelo utilizado. Los estimados de heredabilidad obtenidos en este trabajo para caracteres de crecimiento en *L. (P) schmitti*, se encuentran entre  $0.21 \pm 0.107$  a  $0.56 \pm 0.161$ , indicando la existencia de variación genética de moderada a media, suficiente para ser explotada en este pie de cría. Se detectó un incremento en los estimados de heredabilidad para caracteres de crecimiento a través del ciclo de vida desde postlarvas tempranas 15 hasta preadultos y una disminución en adultos, relacionado con el incremento del crecimiento esperado durante el desarrollo hasta un máximo en que se ponen de manifiesto funciones relacionadas con la supervivencia y reproducción. Las correlaciones genéticas obtenidas entre los caracteres de crecimiento evaluados son positivas permitiendo obtener mejoras en unos sin afectación de los otros. El carácter con la correlación genética más alta con el peso total es el ancho de cefalotórax (1.00) en preadultos y adultos, y ambos caracteres presentan heredabilidades entre  $0.38 \pm (0.135)$  y  $(0.53 \pm 0.153)$ . Las correlaciones producto-momento de las medias por familia en la ontogenia de los caracteres de crecimiento, fueron significativas en todos los estadios a partir de juveniles de *L. schmitti*, permitiendo predecir desde el estadio juvenil lo que ocurrirá en preadultos y adultos.

A partir del 2003 se realizaron introducciones de cuatro lotes de *P. vannamei* y todos ellos fueron monitoreado caracterizados mediante la utilización de marcadores microsátélites midiendo su variabilidad genética y los coeficientes de parentesco permitiendo predecir el estado de los lotes que se utilizan en el cultivo.

### **Referencias bibliográficas**

- (1) Lerner (1954). On the measurement of relative variability. Syst. Zool. 1954; 15:141-142
- (2) Sugama, K., Haryanti, J.A.H. Benzie and E. Ballment (2002): Genetic variation and population structure of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*, in Indonesia. Aquaculture 205: 37-48.
- (3) Tizol, R.; Jaime, B.; Laria, R.; Pérez, L.; Machado, R.; Silveira, R. (2004), Introducción en Cuba del camarón blanco del pacifico *L. vannamei*. Etapa I Cuarentena. Repositorio digital Ocean Docs. <http://hdl.handle.net/1834/3588>