

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA *ARGOPECTEN VENTRICOSUS* MEDIANTE ALGUNAS MONOAMINAS Y ESTRÉS MECÁNICO

J. Armando López-Sánchez^{a*}, Alfonso N. Maeda-Martínez^b, Armando Monge-Quevedo^b y Eloy E. Yen-Ortega^a.

^aUniversidad Autónoma de Nayarit, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Bahía de Matanchén Km 12, carretera Los Cocos. Apartado Postal #10. San Blas, Nayarit 63740, México.

^bCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Mar Bermejo No.195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur 23090, México.

* Corresponde al autor: jals88@hotmail.com

Resumen:

En el presente trabajo se estudió el efecto de diferentes químicos (monoaminas) y el estrés mecánico (exposición al aire) sobre la inducción al desove de la almeja catarina *Argopecten ventricosus*. Se observó que la serotonina fue un inductor efectivo de desove de gametos masculinos en esta especie. No se observó un método eficaz para la obtención de gametos femeninos, sin embargo; el método combinado de la inyección de 0.4 mL de 5-HT al 1mM en gónada, seguida por una exposición aérea de los organismos por un periodo de 30 a 60 minutos potencializa el efecto inductivo y arroja mejores resultados en la expulsión de gametos.

Introducción:

En el proceso de producción de crías de moluscos, la inducción al desove es una de las actividades de mayor relevancia y de gran interés para el éxito para de la industria acuícola. Sin embargo, en este ejercicio aún no se logra tener una efectividad total en la obtención de gametos de todos los organismos que son inducidos, a pesar de que sus

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA

gónadas parezcan maduras sexualmente y se encuentren en el periodo de reproducción natural.

Los métodos de inducción al desove más utilizados se caracterizan en estímulos físicos, químicos, mecánicos y combinación de ellos. Dentro de los estímulos físicos, el choque térmico es quizá, el método que más se emplea actualmente en invertebrados debido a que es fácil y económico para realizar, además de que ha sido estudiado desde principios del siglo pasado por investigadores como Nelson (1928) en *Ostrea virginica*, Prytherch (1929) en *Ostrea gigas* (actualmente del género *Crassostrea*) y Young (1945) en *Mytilus californianus*. Dentro de los estímulos mecánicos se encuentran la manipulación de los reproductores, la exposición al aire libre previo al desove, el incremento de la concentración de partículas (alimento) suspendidas en el agua y por medio de choques eléctricos. En los estímulos químicos se encuentran; la adición en el agua de cloruro de potasio, peróxido de hidrógeno y gametos de otro organismo de la misma especie, además están las inyecciones de monoaminas como: serotonina (5-HT), dopamina (DA) y norepinefrina (NE), que en las últimas 3 décadas han sido objeto de muchas investigaciones en la búsqueda de una mayor efectividad en el proceso del desove.

Probablemente, los primeros estudios de estimulación química fueron realizados por Lillie y Just (1913) quienes demostraron que los machos de *Nereis limbata* iniciaron la expulsión de espermias cuando fueron colocados en agua en donde habían permanecido hembras de la misma especie, y por otra parte, la presencia de espermias en el agua estimulaba a las hembras al desove. Sin embargo, un paso muy importante que contribuyó notablemente en la búsquedas de mejores métodos de inducción al desove con agentes químicos fue cuando Kupfermann (1967) realizó el homogenizado de un grupo de neuronas de *Aplasia californica*, con el cual obtuvo un extracto que fue inyectado en otro organismo de la misma especie, resultando en la puesta inmediata de huevos. Posteriormente, se observó que la serotonina (5-HT), siendo un neurotransmisor del sistema nervioso, era un excelente agente inductor de desove en muchos invertebrados. Se menciona que uno de los primeros ensayos de inducción al desove de pectínidos con 5-HT fue realizado por Matsutani y Nomura (1982) en *Patinopecten yessoensis*, y a partir de éste, se han realizado muchas investigaciones en diferentes especies como *Argopecten irradians* (Gibbson y Castagna, 1984), *Euvola ziczac* (Vélez *et al.*, 1990), entre otros. De manera general, en pectínidos se

ha observado que la 5-HT es un buen inductor de gametos masculinos, pero es menos eficaz en la liberación de gametos femeninos. Se ha observado que en el desove de pectínidos gonocóricos se requieren de mayores dosis para liberar los gametos femeninos comparados con los masculinos (Matsutani y Nomura, 1990), mientras que en pectínidos hermafroditas funcionales solo induce la liberación de espermatozoides pero no de ovocitos (Vélez *et al.*, 1990). Estos resultados indican que cada especie responde, ante la inducción al desove, de manera particular de acuerdo a la cantidad y concentración del neurotransmisor empleado, además que no garantiza la obtención de gametos femeninos, lo cual es el objetivo principal del proceso reproductivo con interés comercial. Al respecto, se han realizado estudios en los cuales se han utilizado la combinación de diversos métodos inductores (físicos, químicos y mecánicos principalmente), con el objetivo de tener un mayor control y conocimiento de este proceso. Algunos de los realizados en pectínidos son de Martínez *et al.* (1996a) en *A. purpuratus*, Monsalvo-Spencer *et al.* (1997) en *Argopecten ventricosus* y Velasco *et al.* (2007) *Argopecten nucleus* y *Nodipecten nodosus*.

La almeja catarina *A. ventricosus* representa un recurso pesquero muy importante en el estado de Baja California Sur. La especie se distribuye desde Baja California, México hasta Paita, Perú (Alamo y Valdivieso, 1987) y puede alcanzar tallas máximas de hasta 90 mm de longitud antero-posterior (Rombouts, 1991), en tanto que la talla de primera madurez fue determinada en 35 mm (Villalejo-Fuerte y Ochoa-Baez, 1993). En *A. ventricosus* se han realizado algunos estudios de inducción al desove (Monsalvo-Spencer *et al.*; 1997, Lora-Vilchis *et al.*; 1997), los cuales han contribuido en incrementar el conocimiento sobre la tecnología para su reproducción y cultivo controlado, sin embargo son necesarios mayores estudios para entender cada vez más su fisiología reproductiva y encontrar mejores métodos de expulsión de gametos. Por tanto, el objetivo principal del presente trabajo fue conocer el efecto de algunas monoaminas y el estrés mecánico sobre el desove de ésta especie, tanto en condiciones de laboratorio como en condiciones de su hábitad natural.

Material y métodos:

La presente investigación fue realizada en abril del 2008, en la cual, se emplearon un total de 168 organismos de almeja catarina, seleccionados en estado reproductivo de

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA

máxima madurez gonádica (estadío IV, de acuerdo con la escala visual reportada por Ramírez-Castillo, 2003).

Químicos

Los químicos utilizados para inducción al desove de los organismos experimentales fueron las monoaminas: 5-HT, DA y NE, las cuales, fueron adquiridas de Sigma-Aldrich Química de México. Las soluciones fueron preparadas con agua marina doblemente filtrada (AMDF) en filtros millipore de 0.45 μm a diferentes concentraciones, de las cuales la concentración al 1mM fue seleccionada para los experimentos, tomando como referencia a la 5-HT debido a las investigaciones previas donde había sido utilizada esta monoamina en esta especie (Monsalvo-Spencer *et al.*; 1997, Lora-Vilchis *et al.*; 1997, Ruiz-Verdugo *et al.*, 2000), además de la experimentación previa sobre el efecto positivo de inducción al desove bajo dicha concentración. Todas las soluciones fueron almacenadas a 4°C y fueron usadas en un tiempo no mayor a los 10 días después de su preparación.

Diseño experimental

Las soluciones estándares fueron aplicadas mediante una inyección (con jeringa para insulina) de 0.4 mL, concentrada al 1 mM. Para el método usado como control (Control) se utilizó AMDF. La temperatura de las soluciones estándares fue regulada a la del ambiente de los organismos de manera previa al uso de las mismas. Después de ser inyectados se colocaron en contenedores de poliuretano con capacidad de 1 L de agua. En cada método se utilizaron 12 ejemplares y un tiempo de 240 min para la observación del efecto de la inducción. En algunos ensayos se practicó la exposición de los organismos al aire libre por un tiempo de 40 min como método adicional de inducción al desove con estrés mecánico. Este trabajo se dividió en tres pruebas:

Prueba I.- Inducción al desove de la almeja catarina Argopecten ventricosus en condiciones de laboratorio, mediante el uso de monoaminas y estrés mecánico:

Los organismos empleados en esta prueba presentaron tallas promedio de 36.6 ± 1.8 mm de altura de la concha; fueron recolectados en el Estero Rancho Bueno, ubicado al Sureste de Bahía Magdalena, Baja California Sur ($24^{\circ} 32' \text{ N}$; $111^{\circ} 42' \text{ W}$) y transportados

en un contenedor con agua marina a temperatura de 23 °C por vía terrestre (2 horas) al laboratorio de Ecofisiología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, en La Paz B.C.S. Fueron recibidos en contenedores plásticos de 60 L de capacidad (aprox. 35 org/0.35m²) con agua marina filtrada a temperatura de 18°C (para evitar desoves por efecto de este factor), 38 ups y aireación constante. Posteriormente, la temperatura se elevó gradualmente a 21°C en 48 h, como periodo de aclimatación de los organismos. Se practicaron los siguientes métodos de inducción al desove con inyecciones en el músculo abductor:

- a) Norepinefrina (NE)
- b) Dopamina (DA)
- c) Serotonina (5-HT)
- d) 40 minutos de exposición aérea más serotonina (Exp.Aérea+5-HT)
- e) Serotonina más 40 minutos de exposición aérea (5-HT+Exp.Aérea)
- f) AMDF como control (Control).

Prueba II.- Inducción al desove de la almeja catarina Argopecten ventricosus en su hábitat natural, mediante el uso de monoaminas y estrés mecánico:

Los organismos experimentales presentaron tallas promedio de 48.7 ± 2.3 mm de altura de la concha, y fueron recolectados del estero San Buto, ubicado al norte de Bahía Magdalena (24° 47' N; 112° 02' W) en condiciones (al momento de recolecta) de 22°C, 38 ups y una densidad de 2 org/m². La presente prueba se realizó a línea de costa, en el tiempo inmediato-posterior a su recolecta. Se practicaron los siguientes métodos de inducción al desove con inyecciones en el músculo abductor:

- a) Norepinefrina más 40 min de exposición aérea (NE+Exp.Aérea)
- b) Dopamina más 40 min de exposición aérea (DA+Exp.Aérea)
- c) Serotonina más 40 min de exposición aérea (5-HT+Exp.Aérea)
- d) AMDF más 40 min de exposición aérea; como control (Control+Exp.Aérea).

Prueba III.- Inducción al desove mediante inyecciones de serotonina en dos diferentes órganos de la almeja catarina Argopecten ventricosus:

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA

Los organismos usados en esta prueba presentaron las características de los usados en la prueba II. Con ellos se practicaron inyecciones de 5-HT en músculo abductor y en tejido de gónada; como inductores de desove:

- a) Serotonina en músculo abductor más 40 min de exposición aérea (5-HT en MU+Exp.Aérea).
- b) Serotonina en gónada más 40 min de exposición aérea (5-HT en Gon+Exp.Aérea)
- c) AMDF en músculo abductor más 40 min de exposición aérea; como control (Control MU).
- d) AMDF en gónada más 40 min de exposición aérea; como control (Control Gon).

Resultados:

Prueba I.- Inducción al desove de la almeja catarina Argopecten ventricosus en laboratorio, mediante el uso de monoaminas y estrés mecánico:

En la Figura 1 se muestran los resultados de los organismos inducidos a desove bajo las condiciones de confinamiento en laboratorio, de la cual, la sección "1-A" muestra que el mayor porcentaje de organismos que presentaron desove de gametos femeninos fue observado en el método donde se usó la DA con 25 % obtenidos entre los 70 y 220 min. Por el contrario, la NE y la 5-HT solo obtuvieron 8 % de éxito en el desove en un tiempo alrededor de los 140 min. En la figura 1-B se observó que la 5-HT presentó altos porcentajes de desove (80 %) en un lapso de tiempo entre los 20 y 140 min. En tanto que la DA presentó un 75 % de organismos desovados de la porción masculina en un tiempo correspondiente entre los 70 y 190 min. La NE y el control (AMDF), fueron los que presentaron los menores porcentajes (17 %) de desove observados entre los 120 y 150 min posteriores a la inyección.

Los organismos que fueron sometidos a una previa exposición aérea (Exp.Aérea+5-HT) como método mecánico de desove; presentaron una respuesta similar que la obtenida con la inyección individual de la 5-HT con porcentajes de desove de gametos masculinos en el 80% de los organismos en un lapso de tiempo entre los 30 y 155 min., en tanto que el método de inyección con 5-HT más una posterior exposición aérea (5-HT+Exp.Aérea) del organismo experimental; presentó el mejor de los resultados para el desove de gametos masculinos, mostrando un 100% en un lapso de tiempo desde el 1 hasta los 25 minutos.

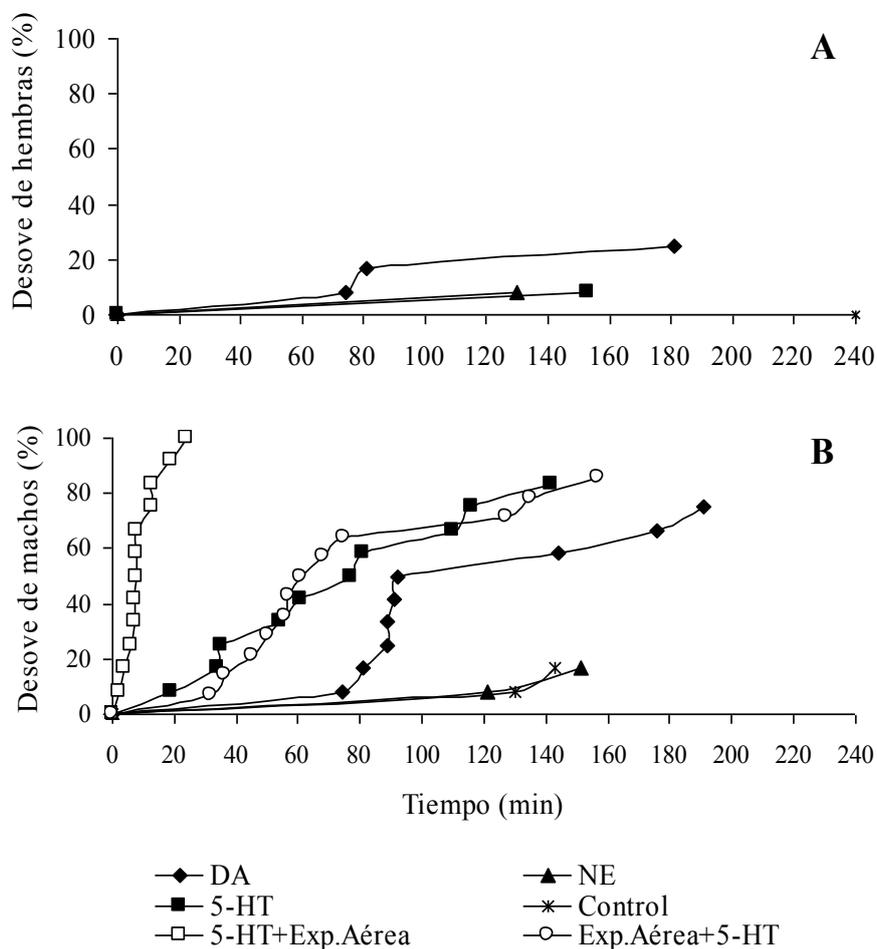


Figura 1. Porcentaje y tiempo de respuesta al desove de la almeja catarina *A. ventricosus* en laboratorio, bajo 5 métodos de inducción: norepinefrina (NE), dopamina (DA), serotonina (5-HT), serotonina más 40 min. de exposición aérea (5-HT+Exp.Aérea), 40 min. de exposición aérea más serotonina (Exp.Aérea+5-HT) y agua marina doblemente filtrada como control. La sección A corresponde al desove de hembras y la sección B corresponde al desove de machos.

Prueba II.- Inducción al desove de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* in situ, mediante el uso de monoaminas y estrés mecánico:

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA

En la Figura 2 se observan las respuestas a la inducción al desove en organismos recién colectados de su hábitat natural. La combinación de 5-HT más la exposición aérea (5-HT+Exp.Aérea) mostró el mayor porcentaje de desove de gametos masculinos, así como un menor tiempo de respuesta al desove, obteniéndose el 90 % de desove de organismos de la porción masculina en un tiempo entre los 0 y 55 min.

La DA y la NE, solo presentaron un 8 % de éxito, obtenido en el tiempo de los 8 y 55 min, respectivamente. No se observó desove de óvulos, en ninguno de los métodos realizados durante esta prueba en campo.

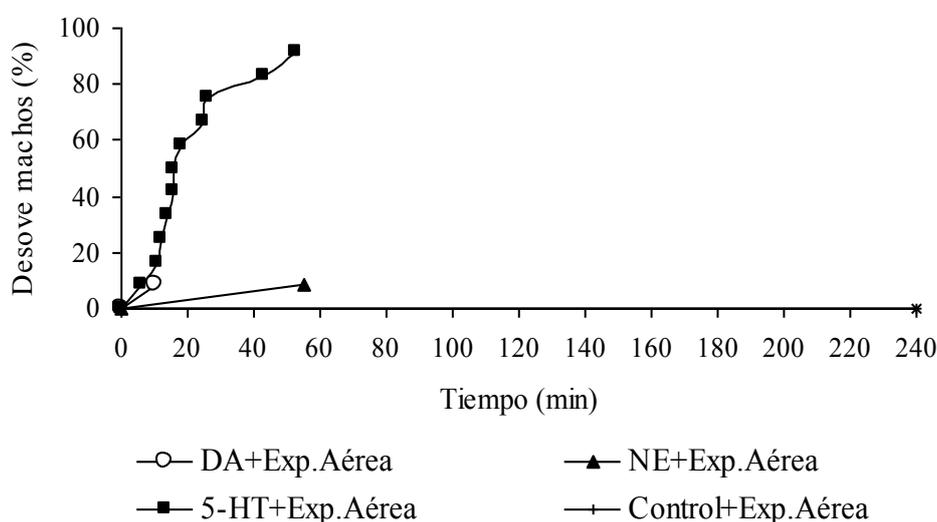


Figura 2. Porcentaje y tiempo de respuesta al desove *in situ* de la almeja catarina *A. ventricosus*, bajo 3 métodos de inducción: norepinefrina (NE), dopamina (DA) y serotonina (5-HT), cada uno con 30 min. de exposición aérea y agua marina doblemente filtrada como control.

Prueba III.- Inducción al desove mediante inyecciones de serotonina en dos diferentes órganos de la almeja catarina Argopecten ventricosus:

En la Figura 3 se observan las diferentes respuestas de inducción al desove *in situ* mediante inyecciones de 5-HT en músculo abductor y gónada, más 30 minutos de exposición aérea en cada una. No se obtuvo el desove de gametos femeninos en ninguno de los dos métodos empleados, sin embargo, para gametos masculinos si se obtuvieron altos porcentajes. La inyección en gónada mostró el mejor resultado con un desove del 100% de organismos en un lapso de tiempo desde el minuto 3 hasta 50, en tanto; la inyección en músculo abductor logró el desove del 90% de los organismos en un lapso desde el minuto 3 hasta el 75.

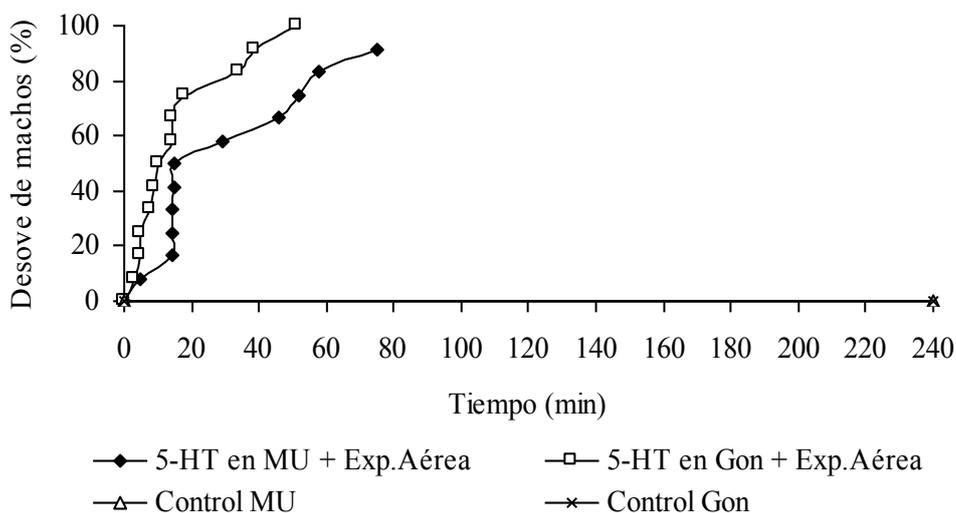


Figura 3. Porcentaje y tiempo de respuesta al desove de la almeja catarina *A. ventricosus* con inyecciones de serotonina (5-HT) y 30 minutos de exposición aérea (Exp.Aérea) en 2 diferentes órganos: músculo abductor (MU), y gónada femenina (Gon). Se ejecutaron 2 controles (con agua marina doblemente filtrada) para cada uno de los órganos.

Discusiones:

En el presente trabajo, la serotonina fue el inductor químico más efectivo para la obtención de gametos masculinos de *A. ventricosus*, obteniéndose éxitos de desove desde el 80 hasta el 100% de los organismos inducidos, bajo lapsos de tiempos desde los 25 hasta los 140 minutos. Esto concuerda con lo reportado por Monsalvo-Spencer *et al.* (1997) y Lora-Vilchis *et al.* (1997) quienes reportaron que la serotonina es un inductor efectivo únicamente para el desove de gametos masculinos para esta misma especie. También concuerda con otros autores que afirman que la serotonina solamente induce la liberación de espermatozoides en pectínidos hermafroditas funcionales como *A. irradians* (Gibbson y Castagna, 1984) y *P. ziczac* (Velez *et al.*, 1990).

Por otra parte, la adición del método mecánico (30 a 40 minutos de exposición aérea) posterior a la inyección de 5-HT, resultó ser el más efectivo para aumentar el éxito (porcentaje) de desove así como acortar el tiempo de respuesta al estímulo, observándose un 100% de organismos desovados (solo esperma) en un lapso de 25 minutos posterior a la exposición aérea. Velasco *et al.* (2007) reportaron el estudio de éste método mecánico de manera independiente de otro inductor, y obtuvieron un 90% de éxito para *Argopecten nucleus* de ambos gametos masculinos y femenino, sin embargo, este método no fue efectivo para *Nodipecten nodosus*.

Con el uso de las monoaminas se lograron tener algunos desoves de gametos femeninos con un bajo porcentaje en el éxito en las condiciones de confinamiento en laboratorio, en tanto que el desove bajo condiciones del hábitat natural (*in situ*) de organismos recién colectados, no se logró obtener ningún desove de gametos femeninos. Estos resultados de mayor éxito aparente en condiciones de laboratorio, probablemente sean debidos a factores de estrés del tipo mecánico por los diversos niveles de ruido o vibraciones que se generan en los procesos de transportación y confinamiento en un laboratorio, o bien, por otros factores referentes a la calidad del agua y alimento (diferente al hábitat natural), o una estimulación tipo química por efecto de la expulsión de productos sexuales por consecuencia de la aglomeración durante el acondicionamiento en dichos laboratorios. En referencia a estos aspectos, Monsalvo-Spencer *et al.* (1997), mencionan que la simple manipulación y la exposición al aire de los reproductores durante la colecta y el transporte al laboratorio constituyen un estímulo mecánico suficiente para inducir al

desove en *A. ventricosus*. Por otra parte, Lillie y Just (1913) demostraron que el confinamiento de organismos de *Nereis limbata* provocaba la liberación de sustancias químicas en el agua, lo que producía la estimulación excitación de los organismos (entre machos y hembras) y repercutía en una retroalimentación de ambos sexos para la liberación de gametos.

La DA y la NE no reflejaron ser buenos inductores al desove en *A. ventricosus*. Martínez *et al.* (1996) reportó que las inyecciones intragonadales de 5-HT, DA, y noradrenalina (NE) fueron efectivas para inducir el desove de esperma en *A. purpuratus*, sin embargo, no fueron efectivas en la liberación de ovocitos. Por otra parte, Velasco *et al.* (2007) reportaron que la DA fue muy efectiva para inducir el desove *A. nucleus* y *N. nodosus*, con un 100% de éxito de desove de espermias y ovocitos al inyectar DA en *A. nucleus*, y un 100 y 90 % desove de espermias y ovocitos (respectivamente) para *N. nodosus*. En el caso de *A. ventricosus* del presente experimento, la DA presentó un éxito de desove del 70% para gametos masculinos y del 20% para gametos femeninos cuando los organismos se encontraron bajo la condición de confinamiento en el laboratorio, sin embargo no reflejó las mismas propiedades inductivas cuando se emplearon organismos del medio natural. Es probable que estas monoaminas solo estén involucradas en este proceso como potencializadores o mediadores del desove. Martínez *et al.* (1996a) mencionan que en el caso del desove inducido, las catecolaminas (DA y NE) en gónada se incrementan mientras que la 5-HT disminuye. Estos mismos autores señalan que después de la estimulación, la respuesta depende de la especie, el grado de madurez y el sistema empleado para la estimulación, lo que repercute en el éxito del desove, que puede o no, ocurrir en minutos u horas posteriores al estímulo.

Ninguna de las monoaminas utilizadas en el presente trabajo fue efectiva para inducir el desove de gametos femeninos de forma constante. Ruiz-Verdugo *et al.* (2000) reportaron la obtención de gametos femeninos por medio de una sola inyección intramuscular de 0.2 mL de 5-HT concentrada al 0.5 mM, con un tiempo aproximado de 60 a 180 min después de realizado el estímulo, sin embargo, no se especifica la proporción de organismos desovados. Hasta la actualidad no se ha encontrado un químico efectivo para la inducción de desove de ovocitos en moluscos bivalvos. Ram *et al.* (1992) propusieron un modelo de regulación del desove en moluscos bivalvos, en donde mencionan que los

machos y hembras detectan diferentes factores químicos y ambientales por medio de receptores sensoriales y que esos signos son dirigidos por el sistema nervioso a la gónada, pudiéndose inducir la liberación de otra sustancia (hormona) que activa el desove de los gametos. Los autores proponen que la serotonina (en el caso de *Dreissena polymorpha*) puede ser la sustancia intermediaria entre el sistema nervioso y las gónadas. En el presente estudio no se logró observar desoves efectivos de gametos femeninos, sin embargo, se logró observar que la serotonina se encuentra involucrada en el proceso de liberación de gametos masculinos.

Conclusiones:

El método combinado de la inyección del agente químico con una posterior exposición al aire (30 a 60 min) brinda mejores resultados sobre el éxito de desove de los organismos así como en el tiempo de respuesta al estímulo.

La serotonina es un buen inductor de desove de gametos masculinos en esta especie.

Los factores de estrés de tipo mecánico producen una mayor probabilidad de desove en *A. ventricosus*.

Son necesarios más estudios de inducción al desove con diversas concentraciones de agentes químicos, estresantes y sus combinaciones para entender y/o encontrar una mayor efectividad en este proceso, y de manera prioritaria, para encontrar un método para la obtención de gametos femeninos.

Bibliografía:

Alamo V. y Valdivieso V. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Boletín Inst. Mar Perú. Vol. Extraordinario. 205 pp.

Gibbons M.C. y Castagna M. 1984. Serotonin as an inducer of spawning in six bivalve species. *Aquaculture*. 40: 189–191.

Kupfermann I. 1967. Stimulation of egg-laying: Possible neuroendocrine functions of bag cells of abdominal ganglion of *Aplysia californica*. *Nature, Lond.* 216: 814-815.

- Lora- Vilchis M.C. y Maeda- Martinez A.N. 1997. Ingestion digestion index of Catarina scallop *Argopecten ventricosus* (circularis, Sowerby II, 1842), veliger larvae with ten microalgae species. *Aquaculture Research*. 28: 905-910.
- Martínez G., Saleh F., Mettifogo L., Campos E. y Inestrosa N. 1996. Monoamines and the release of gametes by the scallop *Argopecten purpuratus*. *J. Exp. Zool.* 274: 365–372.
- Matsutani T. y Nomura T. 1982. Induction of spawning by serotonin in the scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay). *Mar. Biol. Lett.* 3: 353–358.
- Matsutani T. 1990. Endogenous factors controlling spawning in marine bivalves. En: Hoshi M. y Yamashita, O. (eds.). *Advances in Invertebrate Reproduction*, Vol. 5, Elsevier. New York. 231-237.
- Monsalvo-Spencer A., Maeda-Martinez A.N. y Reynoso-Granados T. 1997. Reproductive maturity and spawning induction in the Catarina scallop *Argopecten ventricosus* (=circularis) (Sowerby II, 1842). *J. Shellfish Res.* 16(1): 67-70.
- Nelson T.C. 1928. Relation of spawning of the oyster to temperature. *Ecology*. 9: 145-154.
- Prytherch H.F. 1929. *Bull. Bureau Fisheries*, 44, pp. 429-503. Doc. No. 1054.
- Ram J.L., Fong P., Croll R.P., Nichols S.J. y Wall D. 1992. The zebra mussel (*Dreissena polymorpha*), a new pest in North America: reproductive mechanisms as possible targets of control strategies. *Invertebr. Reprod. Dev.* 22: 77–86.
- Ramírez-Castillo E. 2003. Desarrollo reproductivo estacional de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21. Bacum, Sonora. 49 pp.
- Rombouts A. 1991. *Guidebook of pecten shells*. Universal Book Services, Oegstgeest. 157 pp.
- Ruiz-Verdugo C.A., Ramirez J.L., Allen S.K. Jr. e Ibarra A.M. 2000. Triploid Catarina scallop (*Argopecten ventricosus* Sowerby II, 1842): Growth, gametogénesis, and suppression of functional hermaphroditism. *Aquacult. Eng.* 20: 175-189.
- Uriarte I., Rupp G. y Abarca A. 2001. Producción de Juveniles de Pectínidos Iberoamericanos Bajo Condiciones Controladas. En: Maeda-Martínez A.N. (ed). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura*. Editorial Limusa. México. 8: 147-172.
- Velasco L.A., Barrios J. y Acosta E. 2007 “Spawning induction and early development of the caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*”. *Aquaculture*. 266: 153-165.

INDUCCIÓN AL DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA

Velez A., Alifa A. y Azuaje O. 1990. Induction of spawning by temperatura and serotonin in the hermaphroditic tropical scallop, *Pecten ziczac*. Aquaculture. 84: 307-313.

Villalejo-Fuerte M. y Ochoa-Baez R.I. 1993. The reproductive cycle of the scallop *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) in relation to temperature and photoperiod, in Bahia Concepcion, B.C.S., Mexico. Cienc. Mar. 19(2): 181-202.

Young R.T. 1945. Stimulation of spawning the mussel (*Mytilus californianus*). Ecology. 26: 58-69.