

La ciencia detrás de la tecnología para cultivar perlas de abulón: una realidad en América Latina

The science behind the technology for cultivating
abalone pearls: a reality in Latin America

Recursos Naturales y Sociedad, 2024. Vol. 10 (2): 39-49. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2024.10.10.02.0004>

Alejandro Rojas-Figueroa, Carlos Angulo, Pedro E. Saucedo

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Av. I.P.N. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, 23096, México

Correspondencia: Email: psaucedo04@cibnor.mx, CIBNOR. Tel. +52 612 123 8484



Resumen

El abulón (*Haliotis* spp.) es un recurso acuícola valioso en algunos países de América Latina, ya que su carne se utiliza para consumo humano o se exporta como producto gourmet a precios elevados. Sin embargo, las poblaciones naturales de muchas especies de abulón se encuentran muy disminuidas debido al colapso de la pesquería, la sobrepesca, aparición de nuevas cepas de patógenos y al cambio climático. En la última década, el potencial de aprovechamiento del abulón para el cultivo de productos de alto valor agregado, como las perlas, se ha evaluado con éxito en países como México y Chile. Este artículo describe las diferencias entre una perla natural y una perla cultivada y detalla la ciencia que ha hecho posible desarrollar la tecnología para el cultivo comercial de medias perlas (mabés) y perlas libres barrocas en el abulón rojo en México y Chile. Finalmente, se analiza el potencial de crecimiento del cultivo mixto de abulón (carne y perlas) en ambos países, así como las perspectivas de crecimiento futuro de esta actividad en América Latina.

Palabras clave: Acuicultura; abulón; cultivo de perlas; manto; Latinoamérica

Abstract

Abalone (*Haliotis* spp.) is a valuable aquaculture resource in many Latin American countries, as its meat is used for human consumption or it is exported as a gourmet product at high prices. However, the natural populations of many abalone species are severely diminished due to the collapse of the fishery, overfishing practices, appearance of new strains of pathogens and climate change. In the last decade, the potential of using abalone for the cultivation of high value-added products, such as pearls, has

been successfully evaluated in countries such as Mexico and Chile. The differences between a natural pearl and a cultivated pearl are described, detailing the science that has made it possible to develop a technology for culturing half pearls (mabés) and free, baroque pearls in red abalone in Mexico and Chile. Finally, the growth potential of mixed abalone farming (meat and pearls) in both countries is analyzed, as well as the prospects for future growth of this activity in Latin America.

Keywords: Aquaculture; abalone; pearl culture; mantle; half pearls; Latin America

Características y aprovechamiento del abulón

El abulón es un molusco gastrópodo del género *Haliotis* que vive en substratos rocosos-arenosos de poca profundidad entre 1 y 30 m de profundidad asociados a praderas de pastos marinos y bosques de macroalgas, las cuales recorre con su pie

muscular de gran tamaño en búsqueda de alimento (Ponce-Díaz *et al.*, 2013). Actualmente, existen más de 70 especies de abulón en todo el mundo (Cook, 2014), aunque solo unas 15 se cultivan de forma comercial mediante la acuicultura. Esto se debe a que las poblaciones naturales de este recurso disminuyeron drásticamente en las últimas tres décadas por la sobrepesca y colapso de su pesquería, así como por la aparición de nuevas cepas de patógenos y al cambio climático (Morales-Bojórquez *et al.*, 2008). A pesar de ello, la demanda por este recurso ha continuado hasta la fecha, junto con los precios altos por el producto (FAO, 2017; Nguyen *et al.*, 2022).

En algunos países de América Latina, como México y Chile, el abulón es un recurso acuícola muy valioso, ya que su pie (carne) se aprovecha para consumo humano y también se exporta a otros países del mundo como producto gourmet a precios elevados. De las cinco especies que se distribuyen a lo largo de la península de Baja California (México), el abulón azul (*Haliotis fulgens*), abulón rojo (*Haliotis rufescens*) y abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) son las más importantes comercialmente (Monteforte y Bervera, 2010). Por desgracia, los niveles de producción de abulón en México no superaron las 411 toneladas en 2020, de las cuales 359 toneladas provinieron de captura y 52 toneladas de acuicultura (CONAPESCA, 2020). Por su parte, Chile cuenta con dos especies de abulón que fueron introducidas en los años 1980s: el abulón rojo (desde California, Estados Unidos) y el abulón verde *Haliotis discus hannai* (desde Japón), siendo el primero el de mayor valor comercial (Flores-Aguilar *et al.*, 2007). En este país, la producción alcanzó las 917 toneladas en 2020, las cuales se produjeron mayormente en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Los Lagos (SERNAPESCA, 2020).

En ambos países, el abulón se cultiva por sociedades cooperativas y/o empresas privadas, lo que representa un motor de desarrollo socioeconómico regional importante (Ponce-Díaz *et al.*, 2013).

En las últimas dos décadas, el potencial de aprovechamiento del abulón para la obtención de otros productos de alto valor agregado, como las perlas, se ha evaluado con gran interés en México y Chile (Saez-Saavedra *et al.*, 2024). Gracias a la colaboración entre centros de investigaciones, sociedades cooperativas y empresas privadas, el cultivo integral y sostenible de la carne y perlas de abulón se ha convertido poco a poco en una realidad en ambos países. Aunado a esto, el cultivo de ambos productos se maneja bajo esquemas de sincronización productiva en los que ninguna de las dos actividades interfiere con la otra.

Perlas naturales y perlas cultivadas

En un molusco, una perla natural se forma por un mecanismo de defensa, cuando un agente extraño (generalmente un parásito) perfora su concha, penetra su cuerpo blando e irrita sus



tejidos. En respuesta, el animal comienza la producción de una sustancia dura y lustrosa que va depositando gradualmente sobre el agente extraño hasta cubrirlo, de manera similar a como se forma una ampolla (Saucedo *et al.*, 2023). En la naturaleza, esta ampolla es una *perla natural* y la sustancia dura que la cubre se llama *nácar*, el cual es producido por un tejido delgado que cubre y protege los órganos internos: el *manto*. El nácar se produce por acción de una serie de proteínas liberadas por el manto, y que, en conjunto con el carbonato de calcio obtenido del medio, se deposita en forma de cristales microscópicos de un mineral que brilla al reflejar la luz: la *aragonita* (Fougerouse *et al.*, 2008). En los moluscos con concha, el proceso biológico por el que se forma la aragonita y el nácar se denomina *biomineralización* (Saucedo *et al.*, 2023; Saez-Saavedra *et al.*, 2024).

Desde siglos atrás, el hombre supo aprovechar esta capacidad de síntesis de nácar

del manto de los moluscos para desarrollar el cultivo de perlas como actividad comercial, introduciendo de forma artificial en el cuerpo del animal el agente extraño (un núcleo) y una pieza de manto para provocar su irritación (Saucedo *et al.*, 2023). Esta actividad se desarrolló con mucho éxito principalmente en un grupo de moluscos llamado *ostras perleras* (género *Pinctada*), las cuales poseen un nácar muy brillante y colorido que es valorado para el cultivo de dos tipos de perlas: las perlas libres (o sueltas) y las medias perlas (mabés). Sin embargo, el abulón también posee un nácar de lustre metálico intenso y colores tornasol que son muy valorados para la elaboración de joyería fina y perlas, tanto sueltas como mabés (Rojas-Figueroa *et al.*, 2019, 2023; Homkrajae *et al.*, 2023; Saez-Saavedra *et al.*, 2024). A su vez, existen ciertos grupos de moluscos de la Familia Pectinidae, como la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*, que son capaces de producir perlas no nacaradas (más bien de naturaleza porcelanizadas) que tienen un nicho y valor en algunos mercados perleros (Torres-Martínez *et al.*, 2012).

¿Cómo se producen las medias perlas en el abulón?

La técnica para producir medias perlas (mabés) en el abulón es relativamente sencilla, poco invasiva y se denomina *implante* (Saucedo *et al.*, 2023). Inicia anestesiando los animales con alguna sustancia natural o artificial que reduce su estrés, relaja sus tejidos y facilita su manipulación. Entre algunas de las sustancias evaluadas experimentalmente con este fin en los últimos años se encuentran el aceite de clavo, benzocaina, cloruro de magnesio y dióxido de carbono (CO₂). Este último disuelto a saturación como gas en agua de mar es el que mejores resultados ha ofrecido, pues relaja rápidamente a los animales y permite su recuperación también de forma rápida y sin tantos efectos secundarios, como mortalidad, irritación de tejidos o decoloración del pie (Rojas-Figueroa *et al.*, 2019, 2023). Una vez

relajado, el abulón se coloca boca arriba para descubrir la cara interna nacarada, particularmente la que está opuesta a los respiraderos o espiráculos (Fig. 1A). Esta parte se seca bien con una esponja y se pegan uno o varios medios núcleos (mitad de una esfera) con un pegamento de contacto o instantáneo (Fig. 1B). Los medios núcleos suelen ser de plástico y forma redonda, aunque los óvalos y gotas también se pueden utilizar dependiendo de las preferencias del mercado.

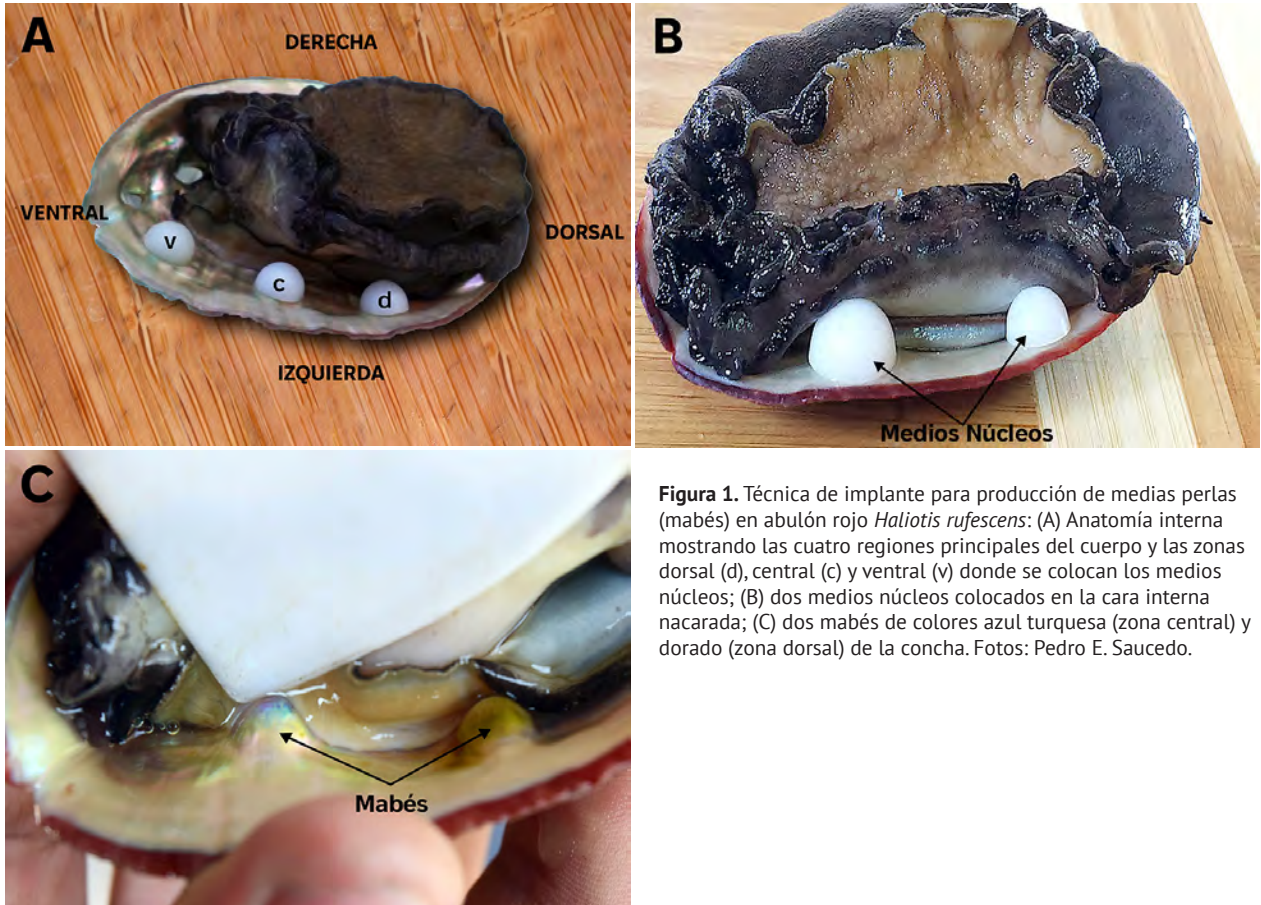


Figura 1. Técnica de implante para producción de medias perlas (mabés) en abulón rojo *Haliotis rufescens*: (A) Anatomía interna mostrando las cuatro regiones principales del cuerpo y las zonas dorsal (d), central (c) y ventral (v) donde se colocan los medios núcleos; (B) dos medios núcleos colocados en la cara interna nacarada; (C) dos mabés de colores azul turquesa (zona central) y dorado (zona dorsal) de la concha. Fotos: Pedro E. Saucedo.

Los abulones implantados son observados por unos días y todos los sobrevivientes son regresados a las instalaciones de cultivo, donde se mantienen por 18 a 24 meses hasta la cosecha de la carne y las perlas. El fundamento de formación de una mabé radica en el hecho de que el medio núcleo se implanta en una parte de la cara interna de la concha que asegura que el manto lo envuelva y recubra poco a poco con nácar. Los resultados de las investigaciones realizadas a la fecha en Chile indican que existen tres factores que influyen la calidad de la mabé en formación: el número, tamaño y sitio exacto de colocación de los medios núcleos. Por ejemplo, un abulón rojo de dos a tres años de edad, y una talla promedio de 7 a 9 cm de largo, debe recibir un solo medio núcleo de 9-12 mm de diámetro en la región dorsal de la concha, o máximo dos núcleos de 9-10 mm en las regiones dorsal y central (Saez-Saavedra *et al.*, 2024) (Fig. 1C). Esto depende de la talla



del abulón a implantar. La calidad de la(s) mabé(s) cosechadas se evalúa a partir de cinco criterios básicos: color, brillo, tamaño, superficie y grosor de la capa de nácar que las recubre (Rojas-Figueroa et al., 2019). Para ello, se maneja una escala de clasificación por letras que evalúa la calidad de las perlas como: (1) gemas o AAA, cuando tienen un color único, brillo superior, forma esférica y una superficie del nácar sin imperfecciones como arrugas y manchas; (2) buena calidad o AA, cuando cumplen entre el 75% y 50% de estos criterios; (3) calidad promedio o A, cuando cumplen al menos el 50% y 25% de estos criterios; y (4) mala calidad o B, cuando poseen <25% de estos criterios (Saucedo et al., 2023; Saez-Saavedra et al., 2024). En promedio una mabé de abulón suelta sin montar en joyería (collares, aretes, anillos) puede valer unos US\$75.00 a US\$100.00, dependiendo de sus características.

¿Cómo se producen las perlas libres barrocas en el abulón?

La técnica para cultivar perlas libres fue desarrollada desde el siglo XIX para las ostras perleras del género *Pinctada* y conlleva una cirugía invasiva llamada *injerto*, la cual no solo es estresante para el animal, sino que puede poner en riesgo su vida (Saucedo et al., 2023). Esta técnica ha sido particularmente difícil de adaptar en el abulón, debido a dos claras diferencias anatómicas con las ostras perleras (Saucedo et al., 2015). Primero, el abulón carece de un sitio en su cuerpo para colocar el injerto, como es el caso de las ostras perleras que poseen una amplia bolsa de tejido conectivo llamada *asa intestinal*, que es en realidad una continuación del órgano reproductivo o gónada (Fig. 2A). Segundo, el abulón es un animal que se desplaza continuamente en búsqueda de alimento, y su pie de gran tamaño ejerce una presión constante sobre el área de injerto, separando muchas veces el núcleo y manto injertados y evitando que se forme la perla; esto no ocurre tanto

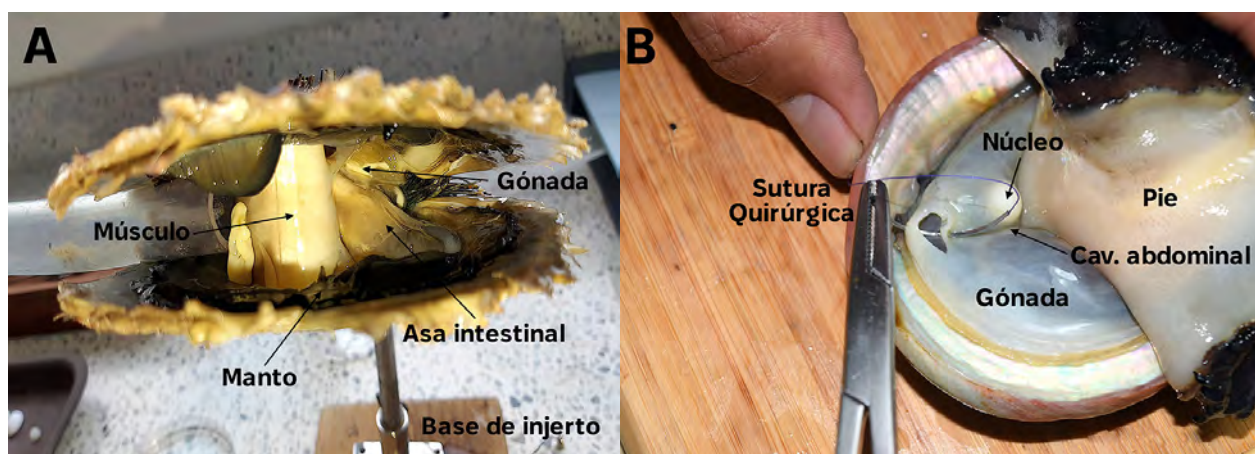


Figura 2. Técnica de injerto para producción de perlas libres en una madreperla del género *Pinctada* (A) y en el abulón rojo *Haliotis rufescens* (B). La foto A muestra el área de la gónada (órgano reproductor) donde se hace la incisión y el asa intestinal (bolsa de tejido conectivo) donde se coloca el injerto para formar la perla libre. La foto B muestra la cavidad abdominal del abulón, cerca de la gónada, donde se hace la incisión y se coloca el injerto, la cual se cierra con sutura quirúrgica. Fotos: Pedro E. Saucedo.

con las ostras perleras que son bivalvos sésiles que carecen de movilidad. Solucionar este problema en el abulón ha representado un desafío en materia de investigación científica y tecnológica (Saez-Saavedra *et al.*, 2024), el cual ha dado frutos satisfactorios en los últimos años (ver sección de abajo).

Para la cirugía de injerto, los abulones son anestesiados con CO₂ de la misma forma como se describió para las perlas mabés. Cada animal anestesiado es colocado boca arriba para exponer su cavidad abdominal, particularmente el área reproductiva (gónada), donde se realiza una pequeña incisión de unos 5 a 7 mm para introducir un núcleo esférico y una pequeña pieza de manto obtenida de un abulón donador de la misma especie, la cual asegura la secreción de nácar. A diferencia de los medios núcleos de plástico que se utilizan con las mabés, los núcleos esféricos para las perlas libres están elaborados de concha y su diámetro (6 a 9

mm) varía en función de la talla del abulón a injertar. La cirugía debe ser precisa y en un tiempo no mayor a los dos minutos para reducir el riesgo de mortalidad.

Finalmente, la herida se cierra utilizando sutura quirúrgica, la cual ha representado una mejora tecnológica muy importante para reducir el riesgo de rechazo del injerto (Saez-Saavedra *et al.*, 2024) (Fig. 2B).

Si la cirugía de injerto es exitosa, la pieza de manto envolverá al núcleo esférico en unos 15 a 20 días para formar una estructura llamada *saco perlero*, el cual está formado por la primera capa de células epiteliales de manto que se multiplican continuamente por mitosis para secretar capas concéntricas de nácar por toda la vida del animal. Los abulones que sobreviven a la cirugía de injerto y forman con éxito el saco perlero son cultivados por 18 a 24 meses hasta la cosecha coordinada de la perla y la carne. Cada perla libre cosechada es valorada a partir de los mismos criterios descritos para las perlas mabés (tamaño, color, brillo, superficie y grosor del nácar) y empleando el mismo esquema de clasificación. Sin embargo, las perlas libres son el producto principal por el que se cultivan estos animales y alcanzan precios mucho más altos que las mabés, pudiendo ser hasta de US\$3,000 por pieza suelta y sin montar en joyería (ver sección de abajo).

Perspectivas para el desarrollo del cultivo de perlas de abulón en América Latina

El cultivo de perlas de abulón ha abierto una clara ventana de oportunidad para la expansión de la industria abulonera de América Latina, no sólo por la madurez que ya posee en torno al aprovechamiento de la carne para consumo humano (Cook, 2014), sino por la generación de valor agregado que representa el cultivo de perlas (Saez-Saavedra *et al.* 2024). En México, por ejemplo, la colaboración entre un centro de investigaciones



biológicas de La Paz, B.C.S. y una sociedad cooperativa de Ensenada, B.C., permitió optimizar la técnica de cultivo de mabés en abulón rojo y abulón azul, así como la creación de una empresa privada dedicada desde 2009 a su comercialización (Monteforte y Bervera, 2010). En Chile, las mabés de abulón rojo también se producen a escala comercial desde 2012, en colores metálicos azul turquesa y sobre-tonos azul, verde y dorado (Saez-Saavedra et al., 2024) (Fig. 1C).

Aunque la optimización de la técnica de injerto en el abulón rojo a partir de los conocimientos generados para las ostras perleras ha representado un reto científico-tecnológico, se ha logrado de forma exitosa en Chile debido a una activa colaboración entre la Universidad de Antofagasta (Chile) y un centro de investigación de La Paz, B.C.S., México. Por ejemplo, la tasa de mortalidad post-injerto se redujo del 8% en 2013 a <1% en 2022, así como la tasa de

rechazo de injertos del 80% (2013) al 35% (2022), gracias al uso de sutura quirúrgica. También se incrementó la tasa de formación de perlas libres del 0.5% (2013) al 7% (2022), estimándose un incremento al 10% para 2025 (Saez-Saavedra et al., 2024). Derivado de la ciencia detrás del cultivo de perlas de abulón rojo, hoy se producen comercialmente en Chile perlas libres de 8 a 12 mm, en colores metálicos iridiscentes azul turquesa y violeta, y de formas barrocas conspicuas que incluyen colmillos y bolas de fuego con cola (Homkrajae et al., 2023) (Fig. 3). Igualmente, la tecnología para su producción se patentó en 2016 (Araya et al., 2016), dando pie en 2023 a la creación de la empresa comercial *Atacama Pearls* (www.atacamapearls.com), cuya meta está dirigida a maximizar el valor de las perlas a través de la fabricación y venta de joyería fina en mercados internacionales, así como a abrir los canales para la transferencia de la tecnología a sectores productivos del país y el extranjero (Saez-Saavedra et al., 2024).

Es importante destacar algunas diferencias que existen en términos de forma, calidad y precio entre las perlas cultivadas producidas por las ostras perleras y las de abulón. Las primeras suelen ser de forma esférica o semi-esférica, de unos 7 a 15 mm de diámetro y de colores muy variados (plateados, rosados, dorados, negros) en función de la especie de ostra perlera de que se trate. Suelta, una perla libre de ostra perlera puede alcanzar precios que también varían mucho dependiendo de estos tres criterios, aunque en promedio puede oscilar entre unos US\$75.00 a US\$150.00.

Por el contrario, una perla libre de ostra perlera ya montada (por ejemplo en un anillo) puede incrementar su valor hasta unos US\$750.00

En un escenario diferente las perlas cultivadas de abulón difícilmente son esféricas o semi-esféricas, sino de formas barrocas y caprichosas (Fig. 3). Como aún son escasas y raras en el mercado, el precio actual de las perlas cultivadas de abulón

rojo *H. rufescens* es de US\$200 dólares por quilate de nácar (Saez-Saavedra *et al.*, 2024). Este precio considera no sólo el valor actual por quilate de las perlas naturales de abulón, sino una serie de criterios de sostenibilidad que tienen estas perlas para su producción en Chile, como el uso de sistemas de recirculación, eliminación de residuos sólidos, manejo sostenible de praderas de macroalgas e incorporación de programas de cuidado y bienestar animal (Saez-Saavedra *et al.*, 2024).



Figura 3. Perlas libres de abulón rojo *Haliotis rufescens*, mostrando formas barrocas (dientes, bolas de fuego) y conspicuas indefinidas, tallas variables y colores metálicos dominantes azul turquesa y sobre-tonos verdes y violetas. Las perlas se produjeron mediante la técnica de injerto patentada en Chile en 2016. Fotos cortesía de Rubén Araya, editadas por Diego A. Saucedo-Ortega.

Conclusión

Claramente, las medias perlas de abulón rojo y azul que se han producido en México a la fecha, así como las perlas libres producidas en Chile con abulón rojo, representan las primeras de su tipo en todo el continente americano y son muy valoradas por joyeros y gemólogos de todo el mundo. A pesar de este logro, es necesario continuar fomentando el cultivo sostenible de la carne y perlas de abulón, con el fin de integrar esta actividad acuícola a los esquemas de desarrollo social y económico regional de México y Chile. De forma particular, se deben desarrollar acciones que permitan a sectores más rezagados donde se desarrollan estas actividades un crecimiento socioeconómico significativo y sostenido, similar a lo que ocurre en Asia y Oceanía con las ostras perleras. Para lograr esto, se requiere el apoyo de los gobiernos estatales y municipales, así como la participación de sociedades cooperativas y centros de investigaciones de ambos países.



Referencias bibliográficas

- Araya, R., P.E. Saucedo, A. Rojas-Figueroa y J. Maturana. 2016. *Method for producing free pearls in abalone*. Solicitud internacional publicada por la Organización mundial de la Propiedad intelectual. WO 2016/183695 A1.
- CONAPESCA, 2020. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca*. www.conapesca.gob.mx.
- Cook, P.A. 2014. *The worldwide abalone industry*. *Modern Economy*. 5: 1181–1186.
- FAO, 2017. *Aquaculture News: La producción de abalón sigue creciendo, unida a la demanda continua, y los precios altos y estables*. Globefish. <https://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/903190/>.
- Flores-Aguilar, R., A. Gutierrez, A. Ellwanger y R. Searcy-Bernal. 2007. *Development and current status of abalone aquaculture in Chile*. *Journal of Shellfish Research* 26: 705–711.
- Fougerouse A., M. Rousseau, J.S. Lucas. 2008. Soft tissue anatomy, shell structure and biomineralization. En: Southgate, P.C., Lucas, J.S., eds. *The Pearl Oyster: Biology and Culture*. Elsevier Science, p.p. 77–102.
- Homkrajae, A., A. Steen, M. Hardman, Z. Sun, R. Araya y J. Maturana. 2023. *Bead culture abalone pearls from Chile*. *Gems & Gemology* 59: 140–142.
- Monteforte, M. y H. Bervera, H. 2010. *Abalone pearl culture on the West Coast of the Baja California Peninsula, Mexico*. *World Aquaculture Magazine* 41: 12–17.
- Morales-Bojorquez, E., M.O. Muciño-Díaz, y J.A. Vélez-Barajas. 2008. *Analysis of the decline of the abalone fishery (Haliotis fulgens and H. corrugata) along the West central coast of the Baja California Peninsula, Mexico*. *Journal of Shellfish Research* 27: 865–870.
- Ponce-Díaz, G., F. Arreguín-Sánchez, A. Hernández-Llamas, P. del Monte-Luna y M. Ramade-Villanueva. 2013. *Estimación de la captura ilegal de abulón y langosta en la costa de la península de Baja California*. *Ciencias Marinas* 39: 323–329.
- Rojas-Figueroa, A., R. Araya, H. Acosta-Salmon, F. Chávez-Contreras, N.L. Ortiz-Cornejo y P.E. Saucedo. 2019. *Factors influencing half-pearl (mabé) production and quality in the red abalone Haliotis rufescens*. *Aquaculture Research* 50: 3392–3400.
- Rojas-Figueroa, A., C. Angulo, R. Araya, A. Granados-Amores, F. Guardiola y P.E. Saucedo. 2023. *Comparative analysis of anesthetic agents used in pre-operative therapy for pearl culture in the red abalone Haliotis rufescens (Swainson, 1822)*. *Aquaculture* 574: 739623.

- Saez-Saavedra, C., P.E. Saucedo, A. Rojas-Figueroa, A. Tanguy y R. Araya. 2024. *Progress towards development of a unique pearl culture technology for red abalone *Haliotis rufescens* in Chile*. *Aquaculture Reports* 34: 101917.
- Saucedo, P.E., R. Araya y A. Rojas-Figueroa. 2015. *Informe final de resultados del proyecto INNOVA-CORFO "Investigación y optimización de la tecnología para la producción de perlas en abalón rojo *Haliotis rufescens* en Chile"*. Universidad de Antofagasta, Chile, 36 pp.
- Saucedo, P.E., D. McLaurin, C. Loderios, L. Freitas, J.I. Cáceres-Puig, M.D. Albuquerque y H. Acosta-Salmón. 2023. *Progress towards reestablishing Latin America as a major pearl producing region: A review*. *Reviews in Aquaculture* 15: 242–260.
- SERNAPESCA, 2020. *Estadísticas de Acuicultura*. www.sernapesca.cl.
- Torres-Martínez, J.A., Saucedo, P.E., Rangel-Dávalos, C., Acosta-Salmón, H. 2012. Advances in pre-operative techniques for pearl production in the lions-paw scallop *Nodipecten subnodosus*: Relaxation and mantle excision. *Aquaculture* 357: 279–283.

Cita

Rojas-Figueroa A., C. Angulo, P.E. Saucedo. La ciencia detrás de la tecnología para cultivar perlas de abalón: una realidad en América Latina. **Recursos Naturales y Sociedad, 2024. Vol. 10 (2): 39-49.** <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2024.10.10.02.0004>

Sometido: 17 de junio de 2024

Aceptado: 9 de septiembre de 2024

Editor asociado: Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

Editora ejecutiva: Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Portada, fotografía: DG. Gerardo Hernández