

# Carbono en valvas de *Argopecten purpuratus* de cultivo en el Perú y su rol en la mitigación del cambio climático

## Carbon in *Argopecten purpuratus* shells cultivated in Peru and its role in climate change mitigation

Rómulo E. Loayza-Aguilar<sup>1</sup>, Raúl Valencia Cruz<sup>2</sup>,  
Gustavo Valencia Cruz<sup>3</sup>

1 Escuela de Biología en Acuicultura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.  
2 Nemo Corporation S. A. C. Piura, Perú.  
3 Maricultura del Norte S. A. C. Piura, Perú.



**Citar como:** Loayza-Aguilar, R., Valencia Cruz, R. y Valencia Cruz, G. (2023). «Carbono en valvas de *Argopecten purpuratus* de cultivo en el Perú y su rol en la mitigación del cambio climático». *South Sustainability*, 4(2) e083.  
DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e083

Artículo recibido: 5/9/2023  
Revisado por pares  
Artículo aceptado: 2/10/2023

El presente manuscrito fue seleccionado y presentado en el evento «Diálogos académicos: aportes de la ciencia a nuestro desafío climático, 5.ª ed.» (julio de 2023), organizado por el Ministerio del Ambiente (Minam) y el Grupo Impulsor de Acción Climática de la Academia.



© Los autores, 2023. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

\* E-mail de correspondencia:  
rloayza@uns.edu.pe

### RESUMEN

El cambio climático que experimenta la Tierra ocurre, entre otras causas, por un incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, con pronósticos muy preocupantes para la humanidad. Para enfrentar ello, los países en el mundo están comprometidos con dos grandes estrategias: 1) la adaptación, orientada a adecuarnos al nuevo escenario climático, y 2) la mitigación, orientada a atacar la raíz del problema, como reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> e incrementar los sumideros de carbono. En este documento se muestra cómo el cultivo industrial de *Argopecten purpuratus* en el Perú puede contribuir a la mitigación del cambio climático, por lo que incorporarlo en el mercado voluntario de carbono se presenta como una oportunidad valiosa.

**Palabras clave:** cambio climático, mitigación del cambio climático, CO<sub>2</sub>, biomineralización de carbono, fijación de carbono

### ABSTRACT

Among other causes, the climate change experienced by the Earth is the result of an excessive increase in CO<sub>2</sub> levels in the atmosphere, and the prognoses for humanity are very concerning. In response, countries worldwide are committed to two major strategies: 1) Adaptation, aimed at adjusting to the new climate scenario, and 2) Mitigation, aimed at addressing the root of the problem by reducing CO<sub>2</sub> emissions and increasing carbon sequestration. This document shows how the industrial cultivation of *Argopecten purpuratus* in Peru can contribute to climate change mitigation and how incorporating it into the voluntary carbon market constitutes a valuable opportunity.

**Keywords:** climate change, climate change mitigation, CO<sub>2</sub>, carbon biomineralization, carbon sequestration



## Introducción

Actualmente, el compromiso vinculante más importante de todos los países del mundo es evitar que la temperatura mundial en este siglo sobrepase los 2 °C respecto del nivel preindustrial, y si fuera posible en no más de 1,5 °C, cifrado en el Acuerdo de París (ONU, 2015). A fin de lograr este propósito, la sociedad civil tiene que evitar mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, y mejorar las actividades orientadas a secuestrar este gas e inmovilizar el carbono. Para estos efectos, es necesario afrontar muchos cambios en nuestro quehacer diario, como la forma de producir nuestros alimentos, el uso de bienes diversos (vestimenta, máquinas, materiales), y en especial el cambio de la matriz energética de combustibles fósiles por el uso de energías renovables, entre otros aspectos, que nos conduzcan a los humanos hacia estándares más amigables con la naturaleza. Estos cambios deben aplicar el principio de sostenibilidad (usar los recursos con mesura, pensando en las generaciones venideras) y tener un enfoque ecosistémico (equilibrio entre las esferas económica, social y ambiental, en cualquier actividad humana). Es importante comprender que los gases que contribuyen con el calentamiento de la Tierra (GEI) incluyen, además del CO<sub>2</sub>, al metano (CH<sub>4</sub>), al óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y a gases sintéticos (como los clorofluorocarbonados); sin embargo, el CO<sub>2</sub> es el más importante, ya que es la causa de aproximadamente el 60 % del total del calentamiento (Rodríguez-Sánchez y Calva-Vásquez, 2013).

La acuicultura peruana, en parte enfocada al cultivo industrial de *A. purpuratus*, puede contribuir con el fortalecimiento de sumideros de carbono, ya que, para alcanzar la neutralidad climática, se precisa que los sumideros naturales absorban al menos una cantidad equivalente a las emisiones de gases de efecto invernadero remanentes en 2050 (Miteco, 2020). La producción en el Perú de esta especie de bivalvo en 2021 fue de 54 944 t, con una exportación de 13 186 t bajo la presentación de gónada y músculo aductor, que representan el 20 % del peso total del organismo. Por su parte, las valvas, que representan el 54,2 % del peso total del organismo, se constituyen en residuos con problemas en su disposición final y un costo adicional en su proceso de producción, lo que afecta la rentabilidad empresarial. Si se toma en cuenta, por ejemplo, la producción en 2013 de 67 694 t, se habrían producido, en ese año, 40 616 t de valvas. La estructura química de las valvas es carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>); la fuente de carbono (C) es el CO<sub>2</sub> que los organismos extraen del agua. Las valvas pueden mantener secuestrado el C por decenas, centenas o miles de años, lo que es una forma segura de inmovilizar el C, y evita que regrese a la atmósfera (Loayza et al., 2023).

Los volúmenes de valvas calcáreas que se producen por el cultivo industrial de *A. purpuratus* en el Perú, que

en perspectiva seguirá creciendo, se constituyen en una importante forma de inmovilizar carbono como anteriormente indicado, y contribuyen a la mitigación del cambio climático. De esta forma, conforman una opción potencialmente rentable para que las empresas incursionen en el mercado de los bonos de carbono y, consecuentemente, mejoren su rentabilidad económica y su imagen, lo que favorece, además, el desarrollo social.

No obstante lo indicado anteriormente, no existe información de las cantidades de CO<sub>2</sub> secuestrado y C inmovilizado por las valvas de *A. purpuratus* provenientes de su cultivo en el Perú, y sus proyecciones en el largo plazo. Disponer de esta información puede contribuir a despertar el interés de los órganos competentes del gobierno, para generar estímulos y facilidades de la gobernanza, a fin de que permitan atraer a los empresarios que cultivan estos organismos en aplicar al mercado de los bonos de carbono, aspectos estos que se constituyeron en el objetivo de este estudio.

## Enfoque y discusión

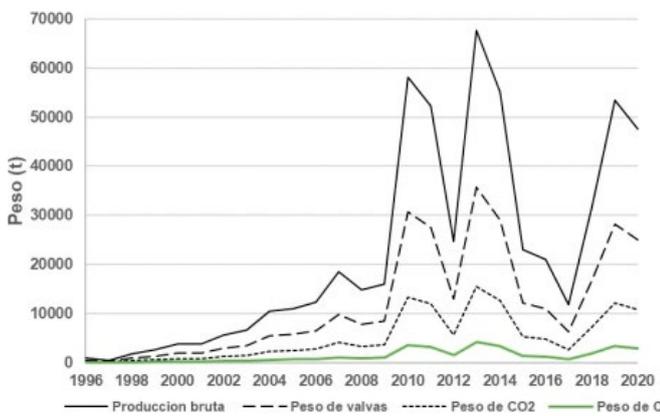
En atención al artículo 3 del Acuerdo de París (ONU, 2015), el Perú debe asumir compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático, denominadas contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), a fin de estabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub> y evitar que la temperatura mundial aumente más de 2 °C y, de ser posible, lograr que aumente menos de 1,5 °C. Si los países del mundo no cumplen con este acuerdo, se estima que las emisiones anuales en 2030 llegarían a 55 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e, lo que implica que la temperatura aumentaría en 3 °C, y sumiría a la Tierra en estado de emergencia por el cambio climático (Bárcena et al., 2020).

Un estudio realizado en la Universidad Nacional del Santa, que procesó material biológico vivo y valvas vacías procedentes de las empresas Nemo Corporation S. A. C. (Piura) y Aquapesca (Áncash), y utilizó datos de producción histórica del periodo 1996-2020 de *A. purpuratus* del Ministerio de la Producción (Produce, 2015, 2020, 2021), muestra que el secuestro de CO<sub>2</sub> por el cultivo de esta especie en el Perú, entre 2010 y 2020, fue 10 000 tCO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup>, equivalente a inmovilizar 2731 tC año<sup>-1</sup> (figura 1). Ello, además, con un potencial de fijación de 0,23 kg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de organismo de talla comercial, equivalente a inmovilizar 0,06 kgC kg<sup>-1</sup> de organismo (Loayza et al., 2023).

Con base en la tasa anual de crecimiento lineal de la producción de *A. purpuratus* para el periodo 2016-2020, se estima que el secuestro promedio, en el periodo 2021-2030, sería de 19 818 tCO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup>. Esta cantidad podría compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> por las tierras de cultivo que permanecen como tales, esto es, unas 13 740 tCO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> (Minam, 2023a). Todo esto significa que las valvas no deberían seguir siendo consideradas un desperdicio, sino más bien un biomaterial valioso, capaz de contribuir con la

mitigación del cambio climático. Asimismo, generan una oportunidad para incursionar en el mercado voluntario de carbono (MVC) y mejoran la rentabilidad e imagen de las empresas acuícolas (figura 2).

Cabe anotar que en el MVC los compradores y vendedores negocian por su propia voluntad, o como parte del mercado de cumplimiento, donde las regulaciones gubernamentales requieren que los emisores reduzcan sus emisiones o adquieran compensaciones. Por otro lado, se han desarrollado otras acciones paralelamente al mercado regulado, para atender a actividades que son excluidas por este último, o que no logran participar en él por los altos costos que la gestión implica, o por ser productores muy pequeños (Samayoa, 2011).



**Figura 1.** Producción de *Argopecten purpuratus* de la acuicultura en el Perú, 1996-2020, el peso de valvas, CO<sub>2</sub>e y C inmovilizado. Nota. Tomado de Loayza et al. (2023).



**Figura 2.** Aporte de la producción de *Argopecten purpuratus* en el Perú, en la mitigación del cambio climático. Nota. Tomado de Loayza et al. (2023a).

Para cumplir con el Acuerdo de París, el Perú cuenta con la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (Minam, 2015), el Catálogo de Medidas de Mitigación (Minam, 2019), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Minam, 2021) y la Ley Marco sobre Cambio Climático. Con todo ello, se busca que en 2050 el país se convierta en una economía neutra en carbono o carbono neutral (Chirinos, 2021). Sin embargo, el mercado regulado de bonos de carbono, como el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (Díaz-Cruz, 2016), es incipiente, con restricciones en el procedimiento de acreditación (Ciclo del Proyecto MDL), para la generación del certificado de emisiones reducidas (CER) (Loayza et al., 2023). En este

sentido, resulta prudente alentar el mercado voluntario de carbono (MVC), con menores exigencias administrativas, y promover la transferencia de recursos a proyectos de reducción de emisiones nacionales para el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CND).

La información disponible indica que el MVC más desarrollado en Estados Unidos es el de Intercambio Climático de Chicago, creado en 2003 por la compañía privada Environmental Financial Products Ltd., no sujeto al Protocolo de Kyoto (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial et al., 2008). Esta experiencia podría servir de soporte para la implementación de este mercado en el Perú.

El Perú, como país signatario del Acuerdo de París, está obligado, en el breve plazo, a implementar un sistema de impuestos sobre el carbono y un sistema de comercio de emisiones GEI, como los tienen Argentina, Chile, Colombia y México (Pizarro, 2021). Por ello, cualquier iniciativa orientada al secuestro de carbono, como lo propuesto a través del cultivo de *A. purpuratus* y otros bivalvos, se constituye en una oportunidad para contribuir a alcanzar la meta climática, incursionando en el MVC y aprovechando la ventaja estimada de que, por la demanda, los precios serán más atractivos durante los próximos años.

En el contexto mundial, por la creciente presión sobre las corporaciones para que muestren acciones climáticas, se espera que la demanda de MVC crezca de 5 a 10 veces durante los próximos 10 años. Se estima que, en 2030, 1 tCO<sub>2</sub>e negociado, en promedio, tendría un precio de USD 76. Ello nos indica que, teóricamente, podrían representar USD 2,1 millones, por la colocación del carbono inmovilizado por las valvas procedentes del cultivo industrial de *A. purpuratus* en el Perú (Loayza et al., 2023).

En este contexto, si las empresas que cultivan *A. purpuratus* colocaran sus valvas en el MVC, podrían adicionalmente acceder a certificaciones verdes, como de las Empresas B (Correa, 2019), CE 100 (Gutiérrez y Vargas, 2017), ya que estarían propiciando un adecuado uso de este biomaterial, y practicarían de esta forma la economía circular.

### Conclusiones y recomendaciones

El cultivo industrial de *A. purpuratus* en el Perú, hacia 2030, seguirá creciendo, y, consecuentemente, su capacidad para secuestrar CO<sub>2</sub> e inmovilizar C, lo que contribuye de modo importante a mitigar el cambio climático. Esto indica que resulta indispensable establecer incentivos de reducción de impuestos y el otorgamiento de créditos fiscales, como estímulo para que las empresas puedan incursionar en el MVC.

Se sugiere que el Minam incorpore el cultivo de bivalvos en el país como parte de los sectores prioritarios



en mitigación, contempladas en el inventario de gases de efecto invernadero (Minam, 2023a), como sumidero de carbono. Asimismo, será muy valioso promover la asociatividad de las empresas que cultivan *A. purpuratus* para incursionar en el MVC, ya que mejorarían su rentabilidad y accederían a certificaciones verdes.

Este documento busca servir como un referente técnico para que las instituciones competentes, como los Ministerios del Ambiente, de la Producción, y de Economía y Finanzas, los gobiernos regionales y locales, la Asociación de Exportadores de Perú (ADEX), entre otras, adopten estrategias para facilitar la incursión de los productores de *A. purpuratus*, y en el futuro de otros bivalvos, en el MVC, como un marco jurídico claro, percibido como justo y legítimo por los actores (Gutiérrez, 2023). Igualmente, busca brindar una asesoría especializada en el desarrollo de proyectos de compensación voluntaria, ya que no solo permitiría que los propietarios puedan contribuir a la reducción de emisiones de una forma rentable, sino que también se conviertan en una herramienta para fomentar la inclusión financiera (Deloitte, 2022).

Se orienta, asimismo, a fomentar el incremento de las inversiones en el cultivo de *A. purpuratus* y otros bivalvos en el Perú, ya que como negocio verde no solo promueven el uso sostenible y conservación de la biodiversidad (Minam, 2023b), sino que además contribuyen con la remoción de los gases de efecto invernadero, y con ello pueden aportar a reducir en un 30 % la emisión de gases de efecto invernadero, tomando como escenario base el año 2010 (Minam, 2016).

### **Contribución de autoría**

RLA: concepción, metodología, ejecución, supervisión, redacción del manuscrito original y edición final. RVC: concepción, revisión del manuscrito. GVC: muestras, revisión del manuscrito.

### **Fuente de financiamiento**

El desarrollo del estudio fue autofinanciado por la Universidad Nacional del Santa, PIC. FF.CC.020.2020.

### **Potenciales conflictos de interés**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## Referencias bibliográficas

- Bárcena, A., Samaniego, J., Wilson Peres, W. y Alatorre, J. (2020).** *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe. ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Chirinos, R. (2021).** «Efectos económicos del cambio climático en el Perú». DT. N.º 2021-009, Serie de Documentos de Trabajo. Working Paper series. Banco Central de Reserva. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2021/documento-de-trabajo-009-2021.pdf>
- Correa, M. (2019).** *Sistema B y las empresas B en América Latina: Un movimiento social que cambia el sentido del éxito empresarial.* Bogotá: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Díaz-Cruz, M. (2016).** «Bonos de carbono: un instrumento en el sistema financiero internacional». *Libre Empresa*, 13, pp. 11-33.
- Deloitte. (2022).** «Poit of view. Mercados voluntarios de carbono. Claves para su desarrollo en América Latina». Disponible en: <https://www2.deloitte.com/pe/es/pages/finance/articles/mercados-voluntarios-creditos-carbono.html>
- Gutiérrez, L. y Vargas, S. (2017).** *Segmentación de empresas que operan bajo economía circular: una aproximación cuantitativa a partir de indicadores financieros.* Bogotá: Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA.
- Gutiérrez, J. (2023).** «Las lecciones que los países que se proponen regular mercados de carbono pueden aprender de Perú». *Los Bosques en las Noticias.* Disponible en: <https://forestsnews.cifor.org/82735/las-lecciones-que-los-paises-que-se-proponen-regular-mercados-de-carbono-pueden-aprender-de-peru?fnl=>
- Loayza, R., Valencia, R. y Valencia, G. (2023).** «Carbono inmovilizado en las valvas provenientes de cultivos industriales de *Argopecten purpuratus* en el Perú y su potencial en el mercado de carbono». *Ecosistemas*, 32(2), p. 2461. Disponible en: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2461>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales, WWF Conservación Internacional y The Nature Conservancy. (2008).** «Reconocimiento de los servicios ambientales: una oportunidad para la gestión de los recursos naturales en Colombia». En: S. Camilo Ortega (ed.), *Memorias del taller nacional de servicios ambientales* (pp. 13-20). Bogotá.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2015).** *Estrategia nacional ante el cambio climático.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2016).** *Perú 2030: la visión del Perú que queremos.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2019).** *Catálogo de medidas de mitigación.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2021).** *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Perú: un insumo para la actualización de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2023a).** *Inventario nacional de gases de efecto invernadero 2000-2019.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2023b).** *Linea de base de empresas amigables con la biodiversidad.* Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Miteco. (2020).** *Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050.* Madrid: Miteco.
- Organización de Naciones Unidas, ONU (2015).** Acuerdo de París. [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Pizarro, R. (2021).** *Sistemas de instrumentos de fijación de precios del carbono en América Latina y jurisdicciones de las Américas relevantes.* Santiago de Chile: ECLAC.
- Ministerio de la Producción, Produce. (2015).** *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2015.* Lima: Ministerio de la Producción.
- Ministerio de la Producción, Produce. (2020).** *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2019.* Lima: Ministerio de la Producción.
- Ministerio de la Producción, Produce. (2021).** *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2020.* Lima: Ministerio de la Producción.
- Rodríguez-Sánchez, V. y Calva-Vásquez, G. (2013).** «Estimación del carbono contenido en el bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo». En: F. Paz, J. Wong, M. Bazán y V. Saynes (eds.), *Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México. Síntesis a 2018.* Texcoco: Programa Mexicano del Carbono e Instituto Tecnológico de Sonora.
- Samayoa, S. (2011).** *Guía de orientaciones: Mercado de carbono, para proyectos de pequeña escala, oportunidades para proyectos de pequeña escala.* Tegucigalpa: SNV.

