



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
CIENCIAS
UDELAR | fcien.edu.uy

Un marco conceptual social-ecológico para el desarrollo de pesquerías del caracol invasor *Rapana venosa* en Uruguay



Ivanna Karolyi

Tesina de grado
Licenciatura en Ciencias biológicas

Tutor: Omar Defeo

ÍNDICE

Resumen.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Recursos pesqueros: estado de explotación y marco conceptual para su manejo.....	4
1.2. Las especies invasoras y su potencial pesquero.....	5
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
2. Materiales y métodos.....	8
2.1. Área de estudio.....	8
2.2. Metodología.....	8
3. Resultados.....	11
3.1. Identificación de variables específicas.....	11
3.2. Subsistemas focales.....	11
3.2.1. Unidades del recurso.....	11
3.2.2. Sistema del recurso.....	15
3.2.3. Sistema de gobernanza.....	18
3.2.3.1. Estructura institucional.....	18
3.2.3.2. Reglas en uso.....	20
3.2.4. Actores.....	21
4. Discusión.....	26
4.1. Unidades del recurso.....	26
4.2. Sistema del recurso.....	27
4.3. Sistema de gobernanza.....	28
4.3.1. Estructura institucional.....	28
4.3.2. Reglas en uso.....	29
4.4. Actores.....	31
5. Conclusiones y recomendaciones.....	33
6. Bibliografía.....	34

Resumen

Rapana venosa es un gasterópodo invasor ampliamente distribuido. Si bien su presencia en países europeos ha llevado a la disminución de diversos recursos bentónicos pesqueros, esta amenaza ha sido visualizada como una oportunidad para países como Turquía y Bulgaria, los cuales mediante la apertura de pesquerías han logrado grandes ganancias económicas. En Uruguay, dicho gasterópodo es predador del mejillón azul *Mytilus platensis*, lo que representa una amenaza para aquellos que viven de la pesca artesanal de dicho mejillón. Se propone un marco conceptual social-ecológico para el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* en Uruguay, con el fin de guiar hacia una adecuada planificación sustentada en pilares ecológicos, sociales, económicos e institucionales. Para ello, se analizaron y caracterizaron subsistemas focales y las variables de segundo y tercer orden, siguiendo el marco teórico propuesto por Ostrom (2009). Dicho análisis permitió priorizar a Isla Gorriti como zona de desarrollo pesquero, identificando a los buzos mejilloneros como los usuarios principales del recurso. Al mismo tiempo, permitió detectar fortalezas relacionadas con los diferentes componentes del sistema-social ecológico, las cuales permiten albergar expectativas para un desarrollo pesquero informado en ciencia. Sin embargo, se han detectado debilidades a la hora de desarrollar la pesquería, resaltando en especial la ausencia de estimaciones directas de abundancia para un adecuado dimensionamiento pesquero.

1. Introducción

1.1. Recursos pesqueros: estado de explotación y marco conceptual para su manejo

Las pesquerías cumplen un rol fundamental en la seguridad alimentaria y nutrición a nivel global, generando aproximadamente 90 millones de toneladas anuales desde 1980, correspondiendo el 40% de las capturas a pesquerías de pequeña escala, las cuales generan empleos directos a 492 millones de personas (FAO, 2022). Si bien el volumen de capturas se ha mantenido relativamente constante, el estado de las pesquerías ha variado con los años, dándose un aumento en los recursos explotados de forma no sostenible (sobreexplotados), que representaron el 35% en 2019 (FAO, 2022). Esto ha llevado a una disminución de recursos explotados de forma sostenible, entre los que se incluyen los plenamente explotados (57%) y subexplotados (7%) (FAO, 2022), no aceptando los primeros un aumento en el esfuerzo pesquero. América Latina no escapa a dichas tendencias, ya que el 67% de los stocks evaluados en el Océano Pacífico Sudoriental se encuentra explotado de forma no sostenible, mientras que, en el Océano Atlántico Sudoccidental, el 40% de los stocks se encuentran en dicho estado (FAO, 2022).

En Uruguay, la pesca y su producción ha seguido un patrón de altos y bajos, alcanzando 134 mil toneladas en 2006 y disminuyendo drásticamente a 51 mil toneladas para 2016 (FAO, 2024). A partir de dicho año, la producción pesquera se mantuvo relativamente constante, alcanzando 72 mil toneladas en 2022, representando la pesca industrial el 81% de la producción total (MGAP, 2023). En lo que respecta a la flota pesquera, para 2022 se contabilizaron 54 embarcaciones industriales y 612 artesanales, manteniéndose la primera con pequeñas variaciones desde 2015 (DINARA, 2019), mientras que el número de barcas artesanales ha fluctuado con los años. Los desembarques, considerando ambos tipos de pesquerías, están compuestos principalmente por peces marinos (51 mil toneladas), seguido por moluscos y peces de agua dulce (9 y 8 mil toneladas respectivamente) (MGAP, 2023). Las exportaciones alcanzaron unas 67 mil toneladas en 2022, siendo el pescado congelado el principal producto exportado (57 mil toneladas), seguido por moluscos (9 mil toneladas), generando divisas de USD 95 y 23 millones, respectivamente (MGAP, 2023). En cuanto al estado de los recursos pesqueros, aquellos industriales tradicionalmente explotados como la merluza, corvina y pescadilla se encuentran en plena explotación e incluso sobreexplotación (Gianelli & Defeo, 2017). En el caso de la pesca artesanal, además de la corvina y la pescadilla que forman parte de un sistema de pesca secuencial junto con la pesquería industrial (Horta & Defeo, 2012), se suman otros peces y condriictios marinos tales como la brótola, gatuza y el cazón, e invertebrados tales como la almeja amarilla y el mejillón azul, muchos de los cuales se encuentran plenamente explotados o incluso sobreexplotados (Defeo et al., 2009, Defeo et al., 2011, Marín et al., 2020, Gianelli et al., 2023). También son relevantes especies de agua dulce como el sábalo, la tararira y la boga, aunque el estado de dichos stocks no es bien conocido.

Los indicadores antes mencionados sugieren la necesidad de desarrollo de pesquerías para aumentar la capacidad productiva y adaptativa del sector. Si bien existen pesquerías basadas en recursos no tradicionales que se han desarrollado bajo regímenes de pesca controlados, otras lo han hecho bajo un régimen de acceso abierto

(Defeo et al., 2011), lo cual constituye una condición necesaria y suficiente para el agotamiento de recursos (Seijo et al., 1997). Como resultado, ciertas pesquerías fueron objeto de una dinámica del tipo auge y caída, donde se dio un rápido desarrollo de la misma y una posterior sobreexplotación y colapso de los recursos y sus pesquerías (Gianelli & Defeo, 2017). Ejemplo de esta dinámica es el caso del caracol fino, cuyas pesquerías se desarrollaron rápidamente en respuesta a la demanda del mercado asiático durante 1990, sobrepasando la capacidad de respuesta del sistema pesquero (Gianelli & Defeo, 2017).

El acceso abierto a los recursos, una gobernanza débil y la ausencia de conocimiento científico que impide tomar decisiones informadas, ha resultado en muchas ocasiones en la sobreexplotación de los recursos (Gutiérrez et al., 2011, Cinner et al., 2013). Lo anterior llevó a Ostrom (2009) a plantear un marco conceptual general para analizar los sistemas social-ecológicos (SES por sus siglas en inglés) pesqueros, definiendo sus componentes y a la vez facilitando el trabajo multidisciplinario. Así, entender la complejidad del SES específico a estudiar es necesario para desarrollar estrategias de manejo que posibiliten lograr la sostenibilidad del sistema en sus cuatro pilares: ecológico, económico, social e institucional (Stephenson et al., 2017, 2018). Esto también resulta de extrema relevancia a la hora de planificar el desarrollo de pesquerías en base a recursos vírgenes o subexplotados.

1.2. Las especies invasoras y su potencial pesquero

Dado que los recursos pesqueros son utilizados por el hombre para diversos fines, éstos se encuentran embebidos en SES complejos (Ostrom, 2009). Estos sistemas y su dinámica están bajo la influencia de diversos factores externos que ocurren próximos al mismo (proximales), siendo estos últimos influenciados a su vez por factores que ocurren a mayores escalas (distales) (Osterblom et al., 2017). Entre los factores proximales que afectan a los recursos pesqueros se incluyen las especies invasoras. Éstas son resultado de factores distales actuando en conjunto, incluyendo cambios en el mercado que estimulan su explotación (Villasante et al., 2022) y mejoras en la tecnología de transporte, junto con la migración humana (Ziller, 2012). Si bien muchas especies marinas han sido introducidas de forma voluntaria (e.g., para acuicultura), otras son transportadas e introducidas involuntariamente, en agua de lastre o incrustadas en los barcos (Molnar et al., 2008; Ziller, 2012). La introducción y posterior establecimiento de una especie no nativa lleva consigo amenazas al sistema biofísico y socioeconómico de los SES (Ziller, 2012). A nivel ecosistémico, las especies invasoras pueden modificar la estructura comunitaria, afectando su abundancia y diversidad de forma directa o indirecta (Didham et al., 2005). Esto puede tener repercusiones socioeconómicas, causando elevados costos económicos en lo que respecta a su manejo y mitigación de daños producidos, además de pérdidas indirectas al afectar especies utilizadas como recursos pesqueros, que genera a su vez pérdida en empleos y en la calidad de recreación de las costas donde estas especies se desarrollan (Bax et al., 2003; Lovell et al., 2006; Paul & Kar, 2016; Cuthbert et al., 2021).

A pesar de las amenazas mencionadas, las especies invasoras pueden generar oportunidades. Un ejemplo claro de esta dinámica amenaza-oportunidad es el cangrejo azul *Callinectes sapidus* en el Mar Mediterráneo, donde si bien su presencia llevó a pérdidas económicas iniciales debido al daño en artes de pesca y en su rol como

predador en peces de importancia comercial, los propios pescadores pasaron a considerarlo como un potencial recurso pesquero (Marchessaux et al., 2023). Otro ejemplo se da en Belice, donde el pez *Pterois volitans* y su diversa dieta no solo impacta en la comunidad de peces e invertebrados, sino que pone en potencial riesgo especies comerciales (Mizrahi et al., 2017). También en este caso se propuso un desarrollo pesquero que permitió la diversificación de las capturas a los pescadores (Searle et al., 2012). Situaciones similares ocurren en las marisquerías gallegas, donde la almeja invasora *Ruditapes philippinarum* ha pasado a representar un recurso pesquero protagonista, dada su resistencia y rentabilidad económica (Villasante et al., 2022).

En Uruguay se contabilizan al menos 251 especies exóticas, siendo la mayor parte de las mismas introducidas de forma voluntaria (54%) para su uso en diversas áreas, mientras que al resto se las considera introducidas de forma accidental, a pesar de desconocerse la forma de introducción en el 30% de los casos (Brugnoli et al., 2009). En la zona costera existen 239 especies exóticas registradas, de las cuales 17 son acuáticas, en mayor grado peces y moluscos, con seis y cinco especies respectivamente (Brugnoli et al., 2009). En el caso de los moluscos, los bivalvos *Limnoperna fortunei* y *Corbicula fluminea* y el caracol *Rapana venosa* están catalogados como especies exóticas invasoras, de modo que son especies no nativas que han completado el proceso de invasión (Brazeiro et al., 2021).

Rapana venosa (Valenciennes, 1846) es un gasterópodo de la familia Muricidae nativo de Asia que ocurre desde el Mar de Japón hasta el Mar de China Meridional, incluyendo su distribución el Mar Amarillo y Mar de China Oriental (Mann et al., 2004; Brazeiro et al., 2021; SERC, 2024). El primer registro fuera de su hábitat nativo fue en 1946 en el Mar Negro (Demirel et al., 2021), probablemente como resultado de una introducción accidental producto de agua de lastre. Los organismos introducidos colonizaron el Mar Negro y posteriormente el Mar Adriático, asentándose y sirviendo como fuente para futuras invasiones (Xue et al., 2018), ampliando su distribución en Europa y llegando a América, encontrándose por primera vez en Chesapeake Bay, Estados Unidos, en 1998, y posteriormente en el Río de la Plata, Uruguay, en el mismo año (Harding & Mann, 1999; Scarabino et al., 1999). En el Mar Negro, la presencia y amplia abundancia de este gasterópodo predador llevó a la disminución de una gran variedad de bivalvos, entre ellos *Ostrea edulis* y *Mytilus galloprovincialis* (Zolotarev, 1996), ambos recursos pesqueros y de acuicultura importantes en países de Europa (Laing et al., 2006; Avdelas et al., 2020). Si bien la presencia de *R. venosa* implica una amenaza para los recursos antes mencionados, también ha sido vista como una oportunidad para el desarrollo de nuevas pesquerías. Esto ha sucedido en Turquía y Bulgaria, cuyo desarrollo pesquero generó nuevas oportunidades de empleo y ganancias de hasta USD 12.5 millones en 2017 (Demirel et al., 2021).

En 1999 se recolectaron en Río de la Plata cápsulas de huevo de *R. venosa*, por lo que las poblaciones introducidas se reconocieron como sexualmente maduras y potencialmente relevantes ecológica y económicamente, dado su solapamiento con en el rango de distribución de especies comerciales tales como *Mytilus platensis* y *Ostrea puelchana* (Pastorino et al., 2000), las cuales son posibles presas de *R. venosa*. La presencia de *R. venosa* fue confirmada en la zona externa del estuario del Río de la Plata (Bahía de Maldonado), donde preda sobre mejillones, y por tanto puede interactuar negativamente con la pesquería artesanal de *M. platensis*, la cual se encuentra

plenamente explotada (DINARA, 2018). Situaciones similares pueden observarse en otras zonas invadidas por *R. venosa*.

En Uruguay, el manejo de *R. venosa* se ha centrado en campañas de divulgación y concientización mediante las cuales se incentivó al público a recolectar individuos a cambio de una determinada remuneración por individuo capturado (Brazeiro et al., 2021). Si bien diversos autores han mencionado la posibilidad de utilizar *R. venosa* como recurso pesquero artesanal (Carranza et al., 2010; Brugnoli et al., 2014; Brazeiro et al., 2021), esta oportunidad aún no se ha concretado, existiendo al mismo tiempo desconocimiento de diversos aspectos importantes a efectos de una adecuada planificación pesquera que considere aspectos ecológicos, sociales, económicos e institucionales que definen los cuatro pilares de la sostenibilidad de un SES (Stephenson et al., 2017).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un marco conceptual social-ecológico para el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* en Uruguay, utilizando el marco planteado por Ostrom (2009).

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar y caracterizar los subsistemas del SES focal y sus variables de segundo y tercer orden.
2. Proponer un marco específico de desarrollo pesquero y posibles líneas de acción.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El Río de la Plata conforma un estuario micromareal poco profundo ubicado al este de América del Sur, entre 34° - 36°S y 55° - 58°W (FREPLATA, 2004) (Figura 1). Cuenta con una superficie de 35,000 km² y una longitud de 320 km desde su cabecera hasta su boca, presentando esta última 230 km de ancho (Framiñan & Brown, 1996). El límite entre el estuario y el Frente Marítimo está establecido por una línea trazada entre Punta Rasa (Argentina) y Punta del Este (Uruguay). Las descargas de agua dulce hacia el Océano Atlántico pueden superar los 20,000 m³/s, generando así una extensa superficie mixohalina característica (FREPLATA, 2004) fuertemente influenciada por el viento y la descarga fluvial (Guerrero et al., 1997). La mezcla de agua continental y oceánica dan lugar a la estratificación vertical en el estuario, adquiriendo la misma una forma de cuña y tomando así el nombre de "cuña salina", la cual generalmente se presenta constante durante todo el año (Guerrero et al., 1997).

R. venosa fue reportada en la costa uruguaya relacionada con el área de influencia del Río de la Plata por primera vez en 1998 por Scarabino et al. (1999) y su registro de distribución se ha ampliado con los años, encontrándose en zonas rocosas-arenosas cercanas a Playa Hermosa y Punta del Este (Uruguay) (Lanfranconi et al., 2009; Carranza et al., 2010) (Figura 1).



Figura 1. Estuario del Río de la Plata, con su límite exterior indicado con línea punteada. Imagen modificada de Carranza (2010).

2.2. Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica a través del motor de búsqueda de Google y utilizando herramientas que el mismo provee (Google Scholar), con el fin de identificar artículos científicos, monografías, tesis y libros relacionados con este trabajo, incluyendo la especie en cuestión y con el marco teórico a desarrollar. También se consultaron otras bases de datos, tales como Scopus, ResearchGate y Timbó. Se

utilizaron diversas palabras claves, según la temática a ser explorada. Dicha búsqueda se realizó tanto en español como en inglés.

Inicialmente se recopiló información general con el fin de definir el SES y su estructura; a partir de allí se definieron los subsistemas focales y las variables de segundo y tercer orden de los mismos. El marco conceptual propuesto por Ostrom (2009) (Figura 2) incluye un SES focal conformado por cuatro subsistemas focales (compuestos a su vez por variables de segundo orden) (Tabla 1): unidades del recurso (RU), sistema del recurso (RS), sistema de gobernanza (GS), y actores (A). Cada subsistema interactúa con los otros, de modo que se ven conectados por las “situaciones de acción”, donde las acciones de los actores generan diversos resultados. En adición, este SES focal se encuentra influenciado por factores exógenos que incluyen el entorno social, económico y político (S) y los ecosistemas asociados (ECO). Todos estos aspectos fueron considerados a la hora de recopilar dicha información general, que pueda ser de importancia para aplicar al caso particular.

A partir de las variables analizadas se desarrolló un marco conceptual específico para una pesquería potencial de *R. venosa*, siguiendo el marco propuesto por Ostrom (2009), actualizado por McGinnis & Ostrom (2014) y definido para pesquerías bentónicas de pequeña escala por Basurto et al. (2013). Además, se recurrió a la opinión de expertos y bibliografía general sobre dicho marco conceptual. En el caso de *R. venosa*, en el marco específico se incluyó y fundamentó aspectos particulares de cada subsistema, y se profundizó en los niveles subsecuentes de acuerdo a la relevancia de los mismos para el caso particular.

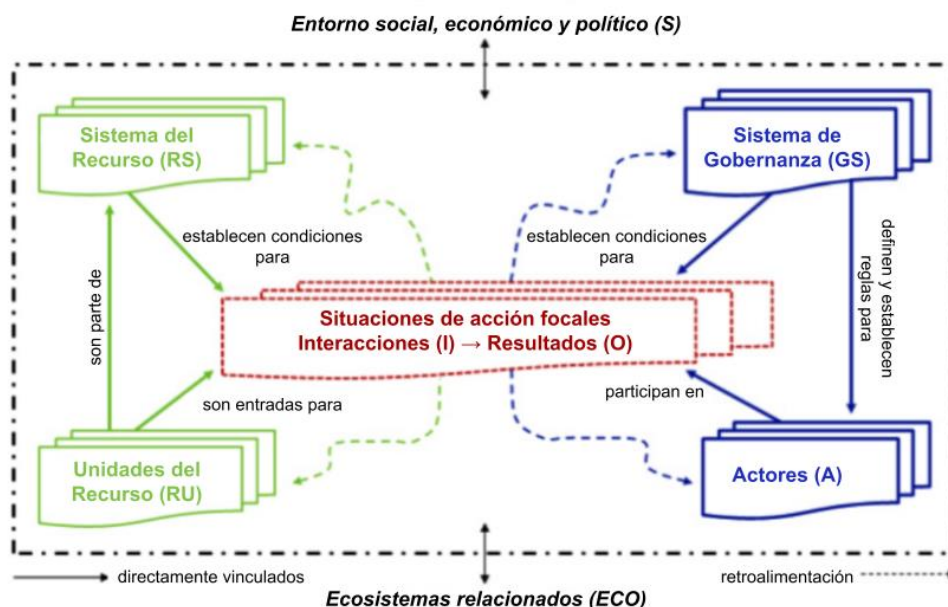


Figura 2. Marco conceptual de los sistemas social-ecológicos (SES), resaltando los subsistemas del SES focal. Imagen modificada de McGinnis & Ostrom (2014).

Tabla 1. Subsistemas focales y variables de segundo y tercer orden de los sistemas social-ecológicos. Adaptado de Basurto et al. (2013) y McGinnis & Ostrom (2014). Se resaltan en negrita las variables de segundo y tercer orden consideradas en forma específica para el desarrollo de la pesquería de *Rapana venosa* en Uruguay.

Subsistemas focales	Variables de segundo orden
Unidades del recurso (RU)	RU1 - Movilidad del recurso RU2 - Crecimiento o tasa de reemplazo RU3 - Interacción entre las unidades del recurso RU4 - Valor económico RU5 - Número de unidades RU6 - Características distintivas RU7 - Distribución espacial y temporal
Sistema del recurso (RS)	RS1 - Sector RS2 - Claridad de los límites del sistema RS3 - Tamaño del sistema del recurso RS4 - Infraestructuras humanas facilitadoras RS5 - Productividad del sistema RS6 - Propiedades de equilibrio RS7 - Predictibilidad de la dinámica del sistema RS8 - Características de almacenamiento RS9 - Localización RS10 - Conectividad
Sistema de gobernanza (GS)	GS1 - Organizaciones GS1.1 - Organizaciones gubernamentales GS1.2 - Organizaciones no gubernamentales GS3 - Estructura de la red GS4 - Reglas en uso GS4.1 - Derechos de propiedad del sistema GS4.2 - Reglas operativas GS4.3 - Reglas de elección colectivas GS4.4 - Reglas constitucionales GS8 - Monitoreo GS8.1 - Social GS8.2 - Biofísico GS9 - Sanción
Actores (A)	A1 - Número de actores relevantes A2 - Atributos socioeconómicos A3 - Historial o experiencias pasadas A4 - Ubicación A5 - Liderazgo, compañerismo A6 - Normas/capital social A7 - Conocimiento sobre el SES/modelos mentales A8 - Importancia del recurso A9 - Tecnología disponible

3. Resultados

3.1. Identificación de variables específicas

Las variables de segundo orden propuestas por Basurto et al. (2013) y McGinnis & Ostrom (2014) (Tabla 1) fueron modificadas según las características del SES en estudio y la disponibilidad de información. La Tabla 1 resalta las variables de segundo y tercer orden adecuadas para el SES bajo análisis. Para el subsistema “sistema del recurso” (RS) no se consideraron las variables de segundo orden “infraestructuras humanas facilitadoras” (RS4), “propiedades de equilibrio” (RS6), y “características de almacenamiento” (RS8). Se añadió la variable “conectividad” (código RS10) (Tabla 1).

Para el subsistema “sistema de gobernanza” (GS) se modificó la organización de las variables de segundo orden, añadiendo variables de tercer orden. Las variables “organizaciones gubernamentales” (GS1) y “organizaciones no gubernamentales” (GS2) se transformaron en variables de tercer orden (GS1.1 y GS1.2 respectivamente) correspondientes a la variable de segundo orden “organizaciones”, que tomó el código GS1 (Tabla 1). Las variables relacionadas con reglamentación (GS4, GS5, GS6 y GS7) se transformaron en variables de tercer orden (GS4.1, GS4.2, GS4.3 y GS4.4 respectivamente) correspondientes a la variable de segundo orden “reglas en uso”, que tomó el código GS4. Las “reglas de monitoreo y sanción” (GS8) se separaron en GS8 y GS9 respectivamente, añadiéndose las variables de tercer orden “social” (GS8.1) y “biofísico” (GS8.2) en la variable de segundo orden “monitoreo” (GS8) (Tabla 1).

Se consideraron todas las variables de segundo orden de “unidades del recurso” (RU) y “actores” (A).

3.2. Subsistemas focales

3.2.1. Unidades del recurso

R. venosa (Figura 3) es un molusco cosmopolita de la familia Muricidae con una amplia distribución global (**RU7**, “distribución espacial y temporal”, Tabla 1), siendo originario de Asia y reportándose como especie invasora en Europa y América (Mann et al., 2004). En Uruguay, este caracol es definido como una especie exótica invasora, habiéndose documentado en la zona interior del Río de la Plata en el año 1998 (Scarabino et al., 1999) y posteriormente (2009) en zonas externas del mismo, tales como Playa Hermosa y Punta del Este (Lanfranconi et al., 2009; Carranza et al., 2010). Si bien *R. venosa* presenta una amplia distribución en zonas costeras del estuario del Río de la Plata (**RU7**), estudios iniciales sobre su abundancia realizados por Carranza (2010) identificaron a Isla Gorriti y Playa Grande como las zonas de mayor abundancia de dicho gasterópodo. No obstante, no existen estimaciones precisas de la abundancia del recurso y, por tanto, del “número de unidades” (**RU5**, Tabla 1) para las distintas zonas. En adición, estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), como índice de abundancia relativa, realizadas en el Departamento de Maldonado, específicamente en la Bahía de Maldonado, Piriápolis y zonas adyacentes, proporcionaron valores de 204 kg/h/buzo (Carranza, 2010). Dichas estimaciones de CPUE pueden ser de importancia a la hora de estimar la abundancia del recurso una vez se cuente con una idea más certera de los límites (**RS2**, “claridad de los límites del

sistema”, Tabla 1) y el tamaño (**RS3**, “tamaño del sistema del recurso”, Tabla 1) del sistema del recurso, a efectos de un adecuado dimensionamiento pesquero. En adición, la mayor densidad de organismos se ha documentado entre los departamentos de Montevideo y Maldonado, disminuyendo con la distancia a la costa (Sánchez Acosta et al., 2024).

Las características expansivas de la distribución de este molusco invasor pueden, en parte, ser explicadas por su ciclo de vida, el cual incluye una larva planctónica con un amplio rango de tolerancia a la salinidad y temperatura (Mann & Harding, 2003; Ban et al., 2014) (**RU6**, “características distintivas”, Tabla 1). Dicha plasticidad y capacidad de tolerancia, en conjunto con otras características biológicas tales como una alta fecundidad, dieta generalista, tiempos generacionales cortos y una longevidad intermedia (10 – 15 años), hace de *R. venosa* un gasterópodo invasor mundialmente exitoso (Chung & Kim, 1993; Harding, 2003; Mann & Harding, 2003; Harding et al., 2007, Munari & Mistri, 2011) (**RU6**). Estas características son relevantes a la hora de determinar las particularidades del sistema del recurso, como lo son la “predictibilidad” (**RS7**, Tabla 1) y “productividad” (**RS5**, Tabla 1).



Figura 3. *Rapana venosa*. Fotografía: Ivanna Karolyi.

R. venosa es un organismo dioico cuyo apareamiento en su hábitat nativo se da desde finales de invierno hasta primavera (**RU3**, “interacción entre unidades del recurso”, Tabla 1). El desove ocurre en un amplio rango de temperatura (13°C a 26°C), y un único evento de apareamiento puede dar lugar a varios eventos de desove (Chung & Kim, 1993; Mann et al., 2004; Saglam et al., 2009). Los huevos se encuentran en cápsulas alargadas, que a su vez se depositan en conjunto y conforman una masa de huevos (Figura 4A). Dicha masa es depositada por la hembra sobre sustratos duros (Chung & Kim, 1993; Mann et al., 2004), entre los cuales se incluyen otros individuos de *R. venosa* (Giberto et al., 2006) (Figura 4B). El tamaño y número de cápsulas aumenta con la salinidad (Chung et al., 2002, 2013). Chung & Kim (1993) informan una alta

fecundidad, depositando cada individuo unos 320,000 a 450,000 huevos por temporada reproductiva. En Uruguay, la temporada reproductiva de *R. venosa* se extiende desde primavera hasta fines de verano (Brugnoli et al., 2014), y se han estimado puestas de alrededor de 76,156 – 85,323 huevos por individuo (Giberto et al., 2006) (**RU2**, “crecimiento o tasa de reemplazo”, Tabla 1). El tiempo a la eclosión disminuye sensiblemente a mayores salinidades, siendo de tan solo unos 15 – 17 días en salinidades de 30 (Chung et al., 2002).

Del huevo emerge una larva velígera planctónica con un amplio rango de tolerancia salina, mostrando valores de supervivencia mayores al 50% en un rango de salinidad entre 7 y 32, a excepción de las larvas de 6 y 13 – 17 días, las cuales disminuyen su supervivencia a salinidades inferiores a 13 (Chung et al., 2002; Mann & Harding, 2003). Las tallas, transcurrido un año de vida en el bentos, varían entre 20 y 74 mm según su ubicación geográfica (Mann et al., 2004). La talla media de madurez sexual en hembras en Gwangyang Bay (Corea) es cercana a 90 mm, siendo la totalidad de las hembras sexualmente inmaduras a tallas menores a 50 mm (Chung et al., 2002). Saglam et al. (2009) estudiaron la talla media de primera madurez en hembras y machos del Mar Negro, resultando sexualmente maduros a tallas mayores a 40 mm. Las características del ciclo reproductivo de *R. venosa* son de gran importancia a la hora de establecer “reglas operativas” (**GS4.2**, Tabla 1), debiendo ser coherentes con las particularidades de las poblaciones presentes en la zona de estudio.

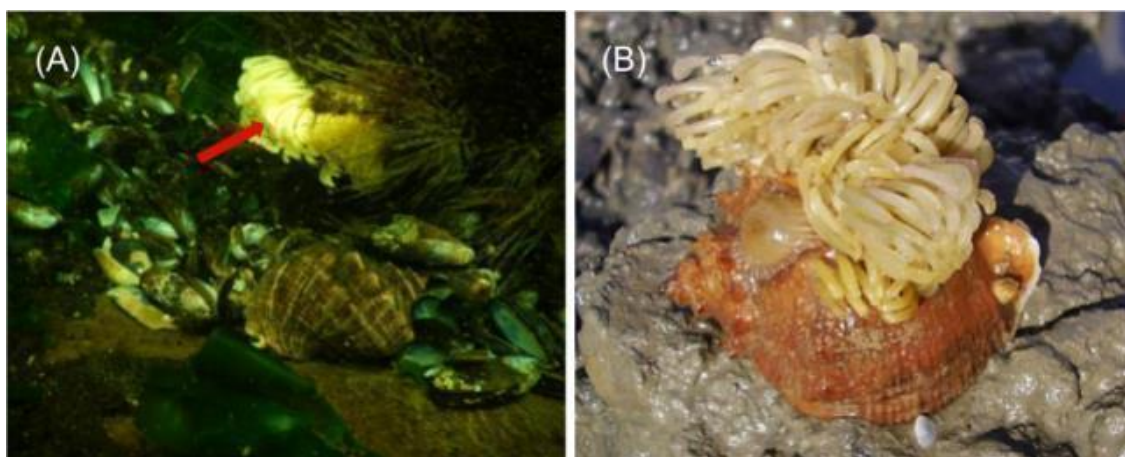


Figura 4. (A) Masa de huevos de *Rapana venosa*, indicada con una flecha roja; **(B)** Ejemplar de *R. venosa* con masa de huevos adheridas a su concha. Tomado de Bondarev (2014).

Los adultos de *R. venosa* son organismos bentónicos sedentarios, con movimientos de una escala relativamente reducida relacionados con su desplazamiento y enterramiento, pudiendo movilizarse la medida de su largo corporal en un minuto (Harding & Mann, 1999) (**RU1**, “movilidad del recurso”, Tabla 1). Harding & Mann (1999) observaron una preferencia de *R. venosa* por fondos de arena compacta, pero puede habitar una gran variedad de sustratos, tales como fango, arena mal seleccionada, roca y otras estructuras como caparazones de tortuga (Mann et al., 2004; Lezama et al., 2013). Su distribución suele estar fuertemente asociada a la disponibilidad de presas (Harding & Mann, 1999; Giberto et al., 2006) (**RU1**), en especial bivalvos como mejillones, almejas y ostras. Las almejas son las presas más consumidas (Harding &

Mann, 1999; Hu et al., 2016). El tamaño y peso de *R. venosa* se encuentra directamente limitado por la abundancia y tamaño de sus presas (Kos'Yan, 2013).

En el Río de la Plata, la distribución de *R. venosa* está asociada a la disponibilidad de presas, en especial los bivalvos *Macra isabelleana*, *Ostrea puelchana* y *Mytilus platensis* (Giberto et al., 2006; Carranza et al., 2010). *M. platensis* es un recurso pesquero explotado principalmente en Isla de Lobos y Gorriti (Niggemeyer & Masello, 1992), el cual es predado activamente por *R. venosa* (Carranza et al., 2010). Si bien los mejillones no son las presas preferidas por *R. venosa*, altas abundancias de este gasterópodo, en conjunto con la ausencia de otras posibles presas, pueden generar gran presión de predación sobre *M. platensis* y, por tanto, disminución de sus poblaciones (Carranza et al., 2010).

En Turquía y Bulgaria, el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* ha generado capturas que superaron las 20 mil toneladas y generaron exportaciones por unos USD 12,5 millones en 2017 (Demirel et al., 2021). En Turquía, el precio de exportación de carne congelada de *R. venosa* varía según la demanda del mercado y la disponibilidad del recurso, oscilando entre los 3 y 6 USD/kg en los años 2003 y 2007 respectivamente (Suzuki & Gunduz, 2018), mientras que el precio de venta unitario corresponde a 0.5 USD/kg (Euronews, 2021) (**RU4**, “valor económico”, Tabla 1). El principal producto de exportación es el pie congelado, aunque también se comercia la concha y opérculo, los cuales tienen valor ornamental, utilizándose en la creación de diversas artesanías (Figura 5). En Uruguay se estima que el peso del pie corresponde a un 24 – 34% del peso total del individuo, no existiendo diferencias entre sexos (Carranza et al., 2013). Los países que más demandan carne (pie) congelada son Japón y Corea del Sur, aumentando el precio con el tamaño de la misma (Demirel et al., 2021). En Uruguay no se ha formalizado el desarrollo de la pesquería.



Figura 5. Productos de comercialización de *Rapana venosa*. **(A)** Pie. Tomado de Korkmaz & Tokur (2023); **(B)** Concha. Fotografía: Ivanna Karolyi; y **(C)** Opérculo, indicado con una flecha roja. Fotografía: Ivanna Karolyi.

3.2.2. Sistema del recurso

El sistema del recurso (RS) para una pesquería potencial de *R. venosa* en Uruguay atiende a las características bentónicas del recurso (**RS1**, “sector”, Tabla 1). Dada la relación predador-presa entre *R. venosa* y *M. platensis* (Carranza et al., 2010; Giberto et al., 2011), y teniendo en consideración el buceo como una de las artes de pesca utilizadas en pesquerías de *R. venosa*, se propone en este contexto una extracción conjunta de los recursos mencionados, siendo los mejilloneros los encargados de la explotación directa. En consecuencia, el RS se debería localizar en las zonas frecuentadas por los mejilloneros, siendo las principales Isla de Lobos y Gorriti (Niggemeyer & Masello, 1992; D'Ambrosio et al., 2010). En conjunto con estudios realizados por Carranza (2010), los cuales señalan Isla Gorriti como una de las zonas con mayor abundancia de *R. venosa*, se propone dicha Isla como principal zona de pesca (**RS9**, “localización”, Tabla 1). La localización del SES puede ampliarse hacia otras zonas frecuentadas por los mejilloneros, tales como Punta Negra, Punta Colorada, Punta Ballena y Bajos del Este (D'Ambrosio et al., 2010) o zonas internas del Río de la Plata donde se ubica *R. venosa*. Ello estará supeditado a la obtención de información adicional sobre la abundancia del recurso, tanto de estimaciones directas como derivadas del conocimiento local por parte de expertos y pescadores.

La zona de pesca se encuentra restringida por la profundidad, la cual es delimitada por dos factores principales: 1) los hábitos de vida de *R. venosa*, especie que se puede encontrar en profundidades de hasta 20 m en el estuario del Río de la Plata (Sánchez Acosta et al., 2024), y con una posible variabilidad estacional que la lleva a migrar hacia zonas más profundas en invierno (Mann et al., 2004; Daskalov & Rätz, 2011) (**RS9**); y 2) la profundidad operativa de pesca de los mejilloneros, quienes no suelen realizar sus actividades a profundidades mayores a 10 m (D'Ambrosio et al., 2010). En consecuencia, la profundidad a la cual se realizan las actividades de pesca establece un límite físico del sistema (**RS2**), de modo que el tamaño del mismo estará determinado por la profundidad de buceo en Isla Gorriti (**RS3**). Una adecuada estimación del tamaño del sistema permitirá a su vez estimar la abundancia del recurso en el mismo, tanto por estimaciones directas (campañas de investigación científica) como indirectas derivadas de estimaciones de rendimientos pesqueros (CPUE).

La productividad del sistema (**RS5**), definida como la tasa de generación de unidades de biomasa determinada por tasas de producción y consumo (Basurto et al., 2013), es explicada en parte por la interacción entre *R. venosa* y *M. platensis* (Tabla 2). *M. platensis* es un bivalvo de la familia Mytilidae cuya distribución abarca zonas intermareales subtropicales a frías de la costa Atlántica de América del sur (Gardner et al., 2021). En Uruguay, las pesquerías de mejillón tienen su origen en 1950, siendo un producto directamente dirigido al mercado interno (Niggemeyer & Masello, 1992; D'Ambrosio et al., 2010). El estado pesquero actual del mejillón es de plena explotación, según consta el Decreto N° 115/018 (DINARA, 2018). Sin embargo, dicho estado del recurso puede verse afectado no solo por medidas de manejo y monitoreo, sino también por la presencia de *R. venosa* como predador clave del mejillón (Carranza et al., 2009). Los efectos de *R. venosa* sobre *M. platensis* han sido observados tanto en laboratorio (Giberto et al., 2011) como en la naturaleza por parte de los mejilloneros, quienes han

manifestado su preocupación por la disminución de la abundancia de *M. platensis* como resultado de la predación por parte de *R. venosa* (D'Ambrosio et al., 2010) (Figura 6).

La alta productividad potencial por parte *M. platensis* está determinada por su alta fecundidad y tiempos generacionales cortos. En el caso del mejillón azul *Mytilus edulis*, se han observado puestas de 370,000 huevos en hembras de 40 a 50 mm en sistemas rocosos submareales de Europa (Bayne et al., 1975). Dichas tallas son alcanzadas en *M. platensis* durante el segundo año de vida en sistemas rocosos de Mar del Plata, Argentina (Penchaszadeh, 1974). En Uruguay, estas tallas son alcanzadas a los 16 meses de vida, y la madurez sexual ocurre entre los 24 a 29 mm (Scala, 1992). La productividad de la especie está supeditada a las tasas de predación a la cual se ve sometida, incluyendo predadores como *R. venosa*, estrellas de mar, aves, peces (Peteiro et al., 2010; Agüera et al., 2012; Ferrari et al., 2016) e inclusive ejemplares adultos de *M. platensis*, los cuales ingieren larvas planctónicas de la misma especie por mecanismos de filtración pasiva, al momento de asentarse en el sustrato (Lehane & Davenport, 2004).



Figura 6. (A) Ejemplar de *Rapana venosa* predando sobre *Mytilus platensis*. Tomado de Giberto et al. (2011); **(B)** Masa de huevos de *R. venosa* sobre conchillas de *M. platensis*. Fotografía: Omar Defeo.

R. venosa comparte ciertas características biológicas con *M. platensis*, tales como la alta fecundidad y tiempos generacionales cortos (**RU2, 6**). Sin embargo, los factores que limitan su productividad son menos claros. En su hábitat natural, *R. venosa* es predada por pulpos (Harding & Mann, 1999), mientras que en áreas donde es invasora, sus principales predadores varían. En Uruguay, la presencia de *C. sapidus* puede influir negativamente sobre los individuos de pequeño tamaño de *R. venosa*, dado que estudios llevados a cabo por Harding (2003) señalan a este cangrejo como potencial predador de organismos < 40 mm (Harding & Mann, 1999). Organismos más grandes (52 a 120 mm) pueden ser predados por tortugas *Caretta caretta* (Carranza et al., 2010), aunque éstas pueden verse limitadas en cuanto al tamaño de la mordida (Harding & Mann, 1999). Pequeños tiburones como *Mustelus schmitti*, ubicados en la zona externa y más salina del Río de la Plata, pueden ser también potenciales predadores de *R.*

venosa (Bonelli et al., 2016). En cuanto a la masa de huevos, la predación por peces como la corvina, cangrejos y rayas podría disminuir la supervivencia de los mismos (Harding & Mann, 1999).

La predictibilidad (**RS7**) de este SES estaría determinada por dos factores principales: 1) el sistema y sus características intrínsecas, y 2) los recursos habitando el sistema y su respectiva respuesta a cambios en el mismo (Tabla 2). La actividad pesquera se encuentra limitada por factores climáticos tales como las mareas, vientos y tormentas, los cuales determinan los días de pesca (D'Ambrosio et al., 2010; Gianelli et al., 2021). Factores distales como el cambio climático han contribuido al aumento en la frecuencia de mareas rojas mediante factores proximales como el aumento de la temperatura superficial del agua, lo que lleva a la implementación de vedas en la pesca de mariscos tales como *M. platensis* y *Mesodesma mactroides* (Gianelli et al., 2021), afectando directamente a uno de los recursos clave del SES propuesto y reduciendo los días de pesca. Si bien *R. venosa* se alimenta de bivalvos cuya pesca y comercialización está prohibida durante estos eventos, se ha observado que la bioacumulación de toxinas en el caracol es baja, de modo que no excede los estándares europeos para su comercialización (Ito et al., 2004; Lee et al., 2012). Esto le otorga una ventaja comparativa y al mismo tiempo permite a los mejilloneros continuar su actividad laboral aun en épocas de clausura de la pesquería de mejillón por marea roja. Esto además le permitiría diversificar las fuentes de ingreso y por tanto, ampliar el porfolio pesquero, lo cual brinda a los pescadores mayor estabilidad económica a la vez que promueve la sostenibilidad del sistema (Anderson et al., 2017).

Si bien tanto *R. venosa* como *M. platensis* son moluscos con alta fecundidad y tiempos generacionales cortos, lo que hace a ambas especies relativamente predecibles, *M. platensis* es afectado por las mareas rojas, de modo que su extracción está sujeta a vedas temporales (Gianelli et al., 2021). Asimismo, disminuciones de la salinidad tienden a afectar las tasas de crecimiento en mejillones del género *Mytilus* en general (Almada-Villela, 1984). Ambos factores son visualizados por los mejilloneros, quienes atestiguan que el incremento en la ocurrencia y frecuencia de mareas rojas (Gianelli et al., 2021), conjuntamente con las tormentas y, por tanto, la entrada de agua dulce al océano, les limita el número de días efectivos de pesca y por tanto los ingresos económicos, generando incertidumbre con respecto al estado del mejillón y la dinámica del proceso pesquero (D'Ambrosio et al., 2010). El crecimiento de *M. platensis* también se ve limitado por la disponibilidad de alimento (Defeo, 1991). *R. venosa*, en cambio, presenta tolerancias fisiológicas amplias a la salinidad en todas las etapas de su vida (**RU6**), viéndose su tamaño limitado principalmente por el alimento disponible y la calidad del mismo (Savini et al., 2004; Kos'Yan, 2013).

La conectividad genética entre poblaciones del recurso (**RS10**, "conectividad", Tabla 1) se ve facilitada por la existencia de larva planctónica, la cual no solo aumenta el flujo génico entre poblaciones, sino que también permite colonizar nuevos hábitats. La dispersión de la fase larval de los organismos marinos depende de diversas condiciones biofísicoquímicas, como la profundidad, corrientes oceánicas, viento, tolerancias fisiológicas de la larva, duración de la fase planctónica de la larva (Gilg & Hilbish, 2003; Ayata et al., 2010). Especies congénéricas como *M. edulis* presentan una fase planctónica cuya tasa de crecimiento se ve afectada por la salinidad (Brenko &

Calabrese, 1969) con una duración de 2 a 4 semanas para costas europeas (Chipperfield, 1953) que puede extenderse hasta 13 semanas según las condiciones ambientales y el sustrato (Widdows, 1991). Los estadios larvales de *R. venosa* presentan alta tolerancia a variaciones ambientales tales como la temperatura y salinidad, junto con una alta plasticidad en lo que respecta a la duración de la fase larval, siendo el promedio de duración de esta fase de 3 a 6 semanas, pudiendo prolongarse hasta 11 semanas (Mann & Harding, 2003; Mann et al., 2004; Harding, 2006).

Tabla 2. Características biológicas de los recursos pesqueros *Mytilus platensis* y *Rapana venosa*. En el caso de *R. venosa*, la información no corresponde a aguas uruguayas. Para *M. platensis*, la información fue extractada de Defeo (1991), Scala (1992), Defeo & Riestra (2000) y Masello (com. pers.).

Características del ciclo de vida	<i>Mytilus platensis</i>	<i>Rapana venosa</i>
Longevidad	4 años	10 –15 años
Tiempo generacional	corto	corto
Tamaño madurez sexual	24 – 29 mm	40 – 90 mm
Fecundidad	alta	alta
Eventos reproductivos por temporada	uno extendido	varios múltiples desoves
Duración media de la fase larval	2 – 3 semanas	3 – 6 semanas
Principal limitación del crecimiento	salinidad alimento	alimento
Afectación por mareas rojas	alta	baja
Movilidad	sésil	sedentario

3.2.3. Sistema de gobernanza

3.2.3.1. Estructura institucional

El sistema de gobernanza de recursos pesqueros en Uruguay adopta una estructura policéntrica anidada (**GS3**, “estructura de la red”, Tabla 1), compuesta por una red vertical multinivel y un componente horizontal. Dicha estructura vertical multinivel está integrada por entidades gubernamentales como el Poder Ejecutivo, el cual adopta resoluciones a través del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y de su dirección específica encargada de la administración, desarrollo, y conservación de las actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos, la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). Los Consejos Zonales de Pesca (CZP) y los Consejos Locales de Pesca (CLP) (**GS1.1**, “organizaciones gubernamentales”, Tabla 1), conformados para pesquerías artesanales de Uruguay de acuerdo a la Ley Nº 19.175, constituyen órganos de co-manejo pesquero consultivo y están conformados por un representante de DINARA, cada Intendencia/Municipio

afectado, la Prefectura Nacional Naval, y dos representantes de los pescadores (Bausero-Jorcín et al., 2024). Cada uno de estos componentes se encuentra embebido dentro de los anteriores (Figura 7). Los CZP y CLP añaden, además, el elemento horizontal al sistema de gobernanza, facilitando la participación de actores no políticos en la formulación de políticas relativas al uso de los recursos pesqueros.

El MGAP de Uruguay, a través de la DINARA, es el responsable de la gestión de las actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura en el país. La DINARA lleva a cabo diversas funciones regulatorias, que abarcan aspectos como la asignación y procesamiento de permisos de pesca para asegurar los derechos de propiedad, el establecimiento de normativas operativas que incluyen vedas y tallas mínimas, así como el monitoreo continuo de las actividades pesqueras para garantizar el cumplimiento de las regulaciones establecidas. Los CZP ofrecen espacios de diálogo e intercambio entre los diversos actores involucrados en la pesca artesanal (DINARA, 2013; Bausero-Jorcín et al., 2024). Su carácter consultivo implica que las decisiones tomadas por los consejos no son vinculantes para la Administración (Ley 19.175).

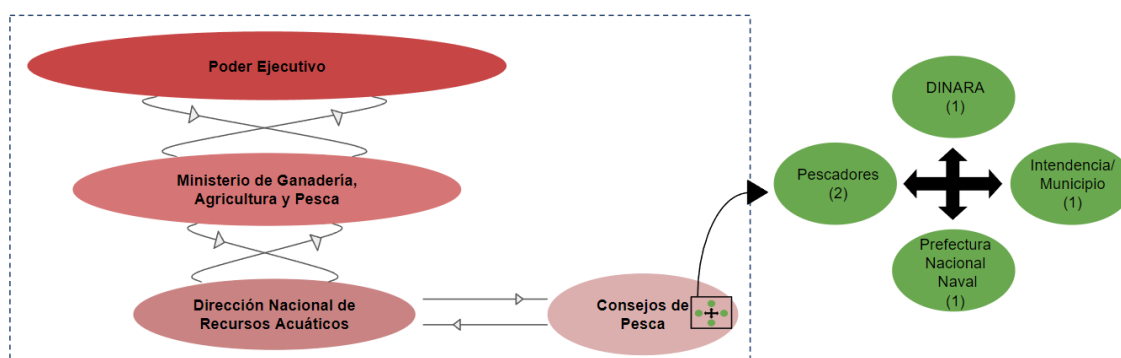


Figura 7. Estructura de la red de gobernanza de recursos pesqueros artesanales o de pequeña escala en Uruguay.

Los CLP del Departamento de Maldonado, ubicados en Piriápolis y Punta del Este, iniciaron sus actividades en 2015. Sin embargo, durante la pandemia COVID-19, su actividad se vio notablemente reducida o suspendida, registrándose sus últimas sesiones en 2019 y 2020, respectivamente. La falta de coordinación entre los pescadores y la DINARA, entidad encargada de convocar dichas reuniones, ha impedido la reanudación de estas actividades hasta el momento. El retorno de estas instancias de intercambio es fundamental para potenciar el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* con bases institucionales más sólidas, así como para facilitar la coorganización de los diversos actores involucrados en la pesca de la región, tanto para las pesquerías ya establecidas como aquellas a ser desarrolladas.

El sistema de gobernanza también involucra organizaciones intergubernamentales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), así como “organizaciones no gubernamentales” (ONGs) (GS1.2, Tabla 1). En relación con las organizaciones intergubernamentales, es importante destacar que Uruguay es signatario del *Código de Conducta para la Pesca Responsable* de la FAO (1995). Esto implica el compromiso del país con los principios y directrices establecidos en dicho código, que busca promover prácticas de pesca sostenibles y responsables a

nivel global. Uruguay también es signatario de las *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza* (FAO, 2015), las cuales son un conjunto de recomendaciones para guiar a los países hacia un desarrollo y manejo sostenible de la pesca artesanal, de manera de lograr un beneficio para todos los actores involucrados en la misma.

FAO ha desarrollado otros documentos que son potencialmente aplicables para el desarrollo potencial del SES pesquero para *R. venosa*. En este contexto, incluye guías y lineamientos específicos para la pesca mediante buceo, el cual constituye la propuesta base para el desarrollo de las actividades potenciales de extracción de *R. venosa*. Los "*Lineamientos referenciales para legislar o regular el buceo en la pesca artesanal o de pequeña escala en la región de América Latina y el Caribe*" (FAO, 2020) ofrecen orientación sobre la regulación y legislación del buceo en la pesca artesanal o de pequeña escala, cuya información puede ser relevante para las actividades de los buceadores mejilloneros de Uruguay como actores seleccionados para el desarrollo de esta pesquería. Entre los aspectos significativos abordados en el documento de la FAO se encuentra la creación de matrículas de buzo pescador, las cuales se obtienen cumpliendo requisitos específicos tales como certificados médicos actualizados, habilidades demostradas en natación, flotabilidad y buceo, así como evidencias del funcionamiento seguro del equipo de buceo. En Uruguay, parte de estos aspectos se cumplen, dado que los mejilloneros deben poseer licencias para realizar sus actividades ("Licencia de buzo Profesional" categoría tres) (Ministerio de Defensa Nacional, 1991), las cuales se obtienen, entre otros requerimientos, presentando certificados de aptitud física y realizando pruebas teóricas y prácticas relativas al buceo.

3.2.3.2. Reglas en uso

Las regulaciones principales referidas al manejo de la pesquería del mejillón azul, *M. platensis*, han sido establecidas por la Resolución N° 32/020 emitida por DINARA (2020), en conjunto con el Decreto N° 242/990 (DINARA, 1990). Estas normativas definen las pautas para la explotación del recurso, restringiendo esta actividad únicamente a aquellos individuos que poseen los correspondientes permisos de pesca (**GS4.1**, "derechos de propiedad del sistema", Tabla 1). Las reglas operativas (**GS4.2**) que se desprenden de dicha Resolución abarcan aspectos como cuotas de desembarque diario por embarcación (330 kg) y talla mínima comercializable (40 mm). Además, DINARA establece períodos de veda reproductiva y vedas temporales aperiódicas debidas a mareas rojas. En general, la mayoría de las disposiciones normativas son bien recibidas por los mejilloneros, quienes muestran preocupación por la conservación del recurso que explotan (D'Ambrosio et al., 2010). Sin embargo, existen instancias donde se genera desconfianza hacia algunas regulaciones específicas, particularmente aquellas relacionadas con las vedas por floraciones algales nocivas (D'Ambrosio et al., 2010). En adición, en el año 2014 DINARA añade nuevas medidas regulatorias mediante la Resolución 312/2014 (DINARA, 2014) relativas a las zonas prohibidas de zarandeo.

La regulación de las pesquerías es supervisada para garantizar el cumplimiento de las normativas establecidas. En el caso de la pesquería de mejillón en Punta del Este,

la DINARA, la Intendencia de Maldonado, y la Prefectura de Punta del Este (PPE), operan en conjunto y de manera coordinada (Defeo, 1991). En caso de incumplimiento de las normas, se aplican las sanciones pertinentes conforme a la normativa vigente. El “monitoreo” (GS8, Tabla 1) de las pesquerías uruguayas requiere la posesión de un permiso de pesca según la Ley N° 19.175, el cual incluye información relevante como la zona y el recurso a explotar, entre otros. Además, la información estadística básica derivada de la actividad extractiva es documentada mediante un parte de pesca que cada patrón debe presentar y declarar ante la DINARA, según lo estipulado en el Decreto N° 115/018. Este parte de pesca tiene estatus de declaración jurada y debe realizarse siempre que se realice actividad pesquera. Las “sanciones” (GS9, Tabla 1) por incumplimiento están determinadas por la mencionada Ley N° 19.175.

Los buzos mejilloneros deben poseer una “licencia de buzo” (D’Ambrosio et al., 2010), lo cual va en concordancia con los requerimientos propuestos por la FAO (2020) para la creación de “matrículas de buzo pescador” (GS8.1, “monitoreo social”, Tabla 1). Durante la temporada de explotación, la PPE regula la cantidad de recurso explotado mediante la asignación de un número limitado de bolsas (seis) para la recolección, mientras que funcionarios de DINARA verifican que las embarcaciones no excedan este cupo al momento del desembarque en puerto (D’Ambrosio et al., 2010) (GS8.1). Defeo (1991) propuso para *M. platensis* un “monitoreo biofísico” del reclutamiento (GS8.2, Tabla 1), debido a su alta variabilidad anual derivada de las características del ciclo de vida del mejillón, que incluye una fase larval planctónica sujeta a las condiciones ambientales, lo que provoca diferencias en el reclutamiento entre distintas zonas de pesca (Defeo, 1991; Bianchinotti, 2017).

3.2.4. Actores

Los actores involucrados en la explotación de *M. platensis* son claves para el desarrollo de la pesquería de *R. venosa*, y por tanto se consideran especialmente en este componente del SES, tanto para las etapas de pesca como procesamiento y comercialización. En el año 2000 se contabilizaron 19 embarcaciones autorizadas para la pesca de mejillón, de las cuales solo 10 se encontraban operativas al año 2000 (Defeo & Riestra, 2000). Tal como se mencionó anteriormente, *M. platensis* es considerado como un recurso en plena explotación, habiéndose suspendido la asignación de nuevos permisos de pesca (DINARA, 2018). Actualmente, la actividad de extracción del mejillón está concentrada en nueve embarcaciones con permiso vigente (Masello, com. pers.), las cuales cuentan en su mayoría con puerto base en Punta del Este.

Los actores involucrados en la extracción no se limitan a los buzos mejilloneros (quienes no siempre son los propietarios de las embarcaciones), sino que también incluyen a los trabajadores en cubierta, como zarandadores y ayudantes (al menos dos por embarcación) (Defeo, 1991) (Figura 8A). De las etapas post-captura, como el procesamiento y comercialización, se suelen encargar las familias de los buzos mejilloneros, en especial las mujeres (D’ Ambrosio et al., 2010) (Figura 8B), esta comercialización suele darse en el puerto, y el producto ofrecido varía entre bolsas de kg de mejillón entero a preparados de pulpa en menor porción. Aunque no se establece con exactitud un “número de actores” (A1, Tabla 1), esta información permite identificar aspectos a considerar al identificar los involucrados en el proceso.

Existen también actores que eligen trabajar en cubierta debido a los ingresos económicos que esta actividad proporciona, los cuales, en ciertas situaciones, superan los obtenidos en empleos convencionales (D' Ambrosio et al., 2010). De este modo, se observan diversas “situaciones socioeconómicas” (A2, Tabla 1) que influyen en la selección del oficio. Esta dinámica permite entender la ubicación de los actores involucrados. Mientras que muchos son originarios de la zona, otros provienen de diferentes ciudades de Uruguay, atraídos por las oportunidades económicas que ofrece la explotación de *M. platensis* (A4, “ubicación”, Tabla 1).



Figura 8. (A) Embarcación “Estelamaris II”, tripulación integrada por el buzo mejillonero y dos ayudantes; **(B)** Procesamiento de *Mytilus platensis*. Tomadas de Antropología y Pesca (2013).

En el pasado, muchos mejilloneros aprendieron el oficio a través del contacto con buzos más experimentados, destacándose figuras como Héctor Piaggio, Hugo Mahe, Juan Larrosa y “El Tatita” como educadores del oficio. En el mar, se manifiestan acciones de compañerismo, como lo es la enseñanza del oficio y el compartir una misma zona de pesca (A6, “normas/capital social”, Tabla 1). En tierra, las relaciones entre los mejilloneros y otros actores se desarrollan principalmente en el puerto de Punta del Este, donde los mejilloneros activos y retirados, jóvenes y mujeres, se reúnen para conversar o realizar actividades relacionadas con el oficio (A6). Además, se encargan de cuidar a los niños de padres ocupados, protegiéndolos del sol, proporcionando lugares de juego y garantizando su seguridad (A6). Sin embargo, estas tradicionales reuniones en el puerto se han modificado con el tiempo, debido a la llegada de nuevos pescadores y el aumento en el número de embarcaciones. Aunque existe compañerismo y cohesión

social, las relaciones entre los mejilloneros pueden tornarse negativas debido a la competencia existente, lo que a menudo dificulta la organización en torno a decisiones políticas. Estas características sociales de la comunidad de mejilloneros de Maldonado han sido plasmadas por D' Ambrosio et al. (2010), producto de diversas vivencias y entrevistas. Si bien se identifican buzos mejilloneros pioneros en la actividad (**A5**, "liderazgo", Tabla 1), y varias acciones que indican confianza y cohesión social, el aumento del número de pescadores en el puerto de Punta del Este hace que las necesidades de los mejilloneros sean menos relevantes a la hora de la toma de decisiones.

El conocimiento de los mejilloneros sobre el SES es considerablemente alto. En general, los pescadores poseen un conocimiento "informal" sobre las características biofísicoquímicas del sistema, lo cual se refleja en las decisiones que toman durante las actividades, tales como la selección de profundidades para la extracción del recurso y de los mejores sitios en términos de calidad y tamaño de los mejillones. En relación con *R. venosa*, los pescadores están al tanto de la presencia del caracol y sus efectos sobre las poblaciones de mejillones. Dado que la pesca de *R. venosa* se propone sobre Isla Gorriti y potencialmente sobre otras zonas de pesca de mejillón (**RS9**), ciertas características bases del SES se mantienen, y ya son conocidas por los mejilloneros (**A7**, "conocimiento sobre el SES/modelos mentales", Tabla 1).

Los cambios en las herramientas utilizadas en el proceso de extracción del mejillón han sido datados por D' Ambrosio et al. (2010). Anteriormente, los buzos mejilloneros realizaban inmersiones en apnea y sin equipamiento que cubriera el cuerpo. Eduardo Grimberg fue uno de los pioneros en utilizar un compresor de aire y un motor a nafta para sumergirse en busca de mejillones. Desde entonces y hasta la actualidad, el equipamiento de los mejilloneros (**A9**, "tecnología disponible", Tabla 1) incluye un compresor de aire, un motor a nafta y una manguera que va directamente a la boca, proporcionando oxígeno a presión ambiente durante la recolección de mejillones (Figura 9). Aunque los tanques de buceo autónomo ofrecen mayor seguridad, han sido descartados debido a su baja rentabilidad y practicidad para el oficio. En adición, se utilizan herramientas complementarias para extraer el mejillón de la roca, incluyéndose aquí una red denominada "salabardo" y un rastrillo con el cual se raspa la roca, conocido como "cuchara", y la inmersión se realiza utilizando trajes de neopreno, aletas y guantes (Figura 9). En los últimos años, la implementación de GPS y ecosondas ha facilitado la búsqueda de bancos de mejillones.

La tecnología empleada para la extracción del mejillón se alinea considerablemente con aquella que se requeriría para la extracción de *R. venosa*. En consecuencia, no existen limitaciones en términos de adquisición de nuevos equipos o aprendizaje de nuevas técnicas, ya que los mejilloneros poseen la experiencia necesaria para realizar inmersiones en busca del recurso. Esto los convierte en los operadores adecuados y capacitados para llevar a cabo la explotación de *R. venosa*. El proceso de extracción manual del mejillón, detallado por D'Ambrosio et al. (2010), implica que los buzos se sumerjan llevando la manguera en la boca y el salabardo al cuello, en el cual depositan los mejillones que raspan de las rocas con una cuchara. Este proceso de llenado toma aproximadamente 30 minutos y se repite entre cuatro y cinco veces durante una jornada típica de pesca. Una vez lleno el salabardo, el buzo tira de la manguera, siendo izado

por los ayudantes a bordo de la embarcación pesquera, quienes suben el salabardo y le entregan uno nuevo y vacío para que el buzo continúe con su labor. Los ayudantes se encargan del trabajo en cubierta, lo que incluye colocar el mejillón extraído en una zaranda, donde lo limpian y descartan la pesca incidental, devolviéndola al mar. Por otro lado, la extracción de *R. venosa* requiere de una recolección más directa, en la que los organismos se recogen de forma manual, uno por uno. Este proceso presenta mayores similitudes con la extracción del mejillón en comparación con otros recursos pesqueros, especialmente en lo que corresponde con el arte de pesca utilizado, por lo que se adapta en gran medida a la metodología de trabajo de los mejilloneros.



Figura 9. Buzo mejillonero cargando con el equipamiento. Tomado de Antropología y Pesca (2013).

El procesamiento de *M. platensis* incluye la cocción, extracción de la pulpa, envasado y refrigeración (D'Ambrosio et al., 2010). En Turquía, el procesamiento de *R. venosa* se realiza en fábricas específicas establecidas, el cual se lleva a cabo mediante una serie de pasos con gran similitud a los llevados a cabo por la familia de los buzos mejilloneros para procesar el mejillón (Korkmaz & Tokur, 2023). Así, el procesamiento de *R. venosa* en Uruguay es posible, otorgando valor agregado al producto. Teniendo en cuenta el valor ornamental de las conchas y opérculos, una posible estrategia de comercialización de estos subproductos reduciría los desechos generados por la actividad extractiva.

R. venosa es percibido de forma neutra o negativa en cuanto a su valor económico y cultural. Esto se debe a la relación predador-presa que presenta con el recurso

principal de los mejilloneros (**A3**, “historial o experiencias pasadas”, Tabla 1). Además, *M. platensis* tiene un alto valor socioeconómico (**A8**, “importancia del recurso”, Tabla 1). Los mejilloneros son muy apegados al arte de pesca que utilizan y al recurso que extraen, llegando a comunicar que, de ser posible, bucearían todo el año (D’ Ambrosio et al., 2010). Aun así y debido a la veda entre el 1º de mayo y el 30 de noviembre en Isla de Lobos y del 1º de marzo al 30 de septiembre en Isla Gorriti impuesta por DINARA (2020), deben buscar otras opciones para su sustento. Entre estas opciones se encuentran la pesca de almeja, algas y mingo, siendo este último la principal alternativa. Sin embargo, el mingo es visto de manera negativa por los mejilloneros, ya que requiere muchas horas de trabajo y su captura es menos probable, dada la movilidad del recurso (D’ Ambrosio et al., 2010). En este contexto, la percepción de *R. venosa* por parte de los mejilloneros puede verse modificada con la apertura de su pesquería, en especial por las ganancias económicas que dicha actividad depararía (**RU4**). Asimismo, dadas sus características sedentarias y bentónicas, el desarrollo de esta pesquería podría ajustarse de mejor manera a la forma de vida de los mejilloneros, y al mismo tiempo disminuir la presión de predación sobre el mejillón, permitiendo la recuperación de su población en la zona de referencia.

4. Discusión

El presente trabajo permitió generar un marco conceptual para el desarrollo potencial de la pesquería de *R. venosa* en Uruguay. Se aportó un marco específico basado en desarrollos teóricos para SES (Ostrom, 2009; McGinnis & Ostrom, 2014), incluyendo aquellos adaptados para recursos bentónicos como la especie en cuestión (Basurto et al., 2013). El análisis permitió identificar los subsistemas focales y variables de segundo y tercer orden relevantes para el desarrollo potencial de la pesquería. También permitió detectar vacíos de información necesarios para un desarrollo pesquero basado en un marco holístico que considere los cuatro pilares de la sostenibilidad, es decir, aspectos ecológicos, sociales, económicos e institucionales.

4.1. Unidades del recurso

La información recopilada sobre el recurso *R. venosa* permitió generar una idea aproximada de sus características y comportamiento. Al respecto, se identificaron aspectos clave previos para el desarrollo de una pesquería potencial, los cuales señalan al recurso como altamente productivo y predecible, y coherente con la forma de vida de los mejilloneros como potenciales actores extractivos del caracol. Asimismo, se facilitaron puntos cruciales a considerar en la gestión del recurso. No obstante, se identificaron vacíos de información para este subsistema que requieren ser investigados, ya que influyen directamente en el éxito de la pesquería.

La revisión y análisis de la literatura mostró que *R. venosa* presenta características distintivas como alta fecundidad, longevidad media, y amplias tolerancias fisiológicas tanto en reclutas como en adultos, lo que convierte a este recurso en predecible y productivo. A su vez, se determinó que, debido a su forma de vida sedentaria, similar a la forma de vida sésil del mejillón, *R. venosa* constituye un recurso adaptado a las necesidades de los principales usuarios propuestos: los buzos mejilloneros. Asimismo, se aportaron características clave del ciclo de vida, incluyendo la época de apareamiento y desove, así como las tallas a la madurez, aspectos clave para la formulación de posibles reglas de manejo. Sin embargo, es fundamental considerar que la información recopilada sobre las variables de segundo orden de las unidades del recurso *R. venosa* derivan de estudios realizados en distintas zonas geográficas, dada la falta de información presente para Uruguay. Las características biológicas distintivas mencionadas varían geográficamente (Mann et al., 2004), al igual que los atributos poblacionales relacionados con el dimensionamiento de la pesquería, como la abundancia y densidad de organismos. Por lo tanto, la información proporcionada sobre **RU** brinda una visión general del recurso, la cual debe ser contextualizada, por lo que estudios futuros pueden aportar detalles propios al respecto.

La contextualización de la información es crucial para determinar el funcionamiento de otras características del sistema, tales como las reglas operativas a implementar en la apertura de pesquerías de *R. venosa*. Conocer las características del ciclo de vida para Uruguay y adaptar el manejo y la gobernanza del recurso al mismo es imprescindible. Las estimaciones directas de abundancia, conjuntamente con estimaciones de CPUE derivadas del proceso pesquero, permitirían dimensionar la pesquería sobre conocimientos científicos fundados e informar al sistema de manejo.

Estos estimadores permitirían a su vez generar un marco de manejo basado en puntos de referencia objetivos y límites, los cuales a su vez resultan estratégicos para establecer una gestión sostenible y eficiente del recurso, garantizando su explotación racional y brindando coherencia con los lineamientos de FAO de los cuales Uruguay es signatario.

4.2 Sistema del recurso

El SES propuesto limita su ubicación a Isla Gorriti. El establecimiento de límites del sistema es imprescindible a la hora de su gobernanza, siendo el tamaño del mismo uno de los factores fundamentales a la hora de determinar la dificultad de la organización de los actores (Ostrom, 2009). Aun así, y dada la interacción entre el mejillón *M. platensis* y *R. venosa*, ciertas características del **RS** deben ser analizadas teniendo en cuenta el SES ya existente y el SES pesquero potencial.

Ambos recursos presentan una alta producción anual, lo que convierte al sistema en muy productivo. Las limitantes en esta productividad son claras para *M. platensis*, el cual cuenta con predadores bien definidos entre los que se incluye *R. venosa*. Por otro lado, los principales predadores de *R. venosa* en la zona propuesta para el desarrollo pesquero no han sido identificados. El rango de salinidad en Isla Gorriti varía entre 20 y 31 todo el año (Re & Menéndez, 2012), por lo que las tortugas marinas y pequeños tiburones podrían ser predadores de *R. venosa* en Isla Gorriti (Carranza et al., 2010; Bonelli et al., 2016). No obstante, no existen estudios específicos para la zona donde se propone desarrollar la pesquería. Si bien el sistema presenta alta productividad en lo que respecta a *R. venosa*, por la elevada cantidad de huevos y poca cantidad de predadores, la productividad respecto a *M. platensis* puede verse afectada por la alta abundancia de *R. venosa*, dada la predación directa sobre este bivalvo. En este sentido, la pesca actuaría como un agente proximal beneficioso, el cual generaría una disminución en la intensidad de predación y al mismo tiempo permitiría el desarrollo de una actividad socioeconómica de importancia. Sin embargo, la alta productividad de *R. venosa* puede dificultar la participación de los actores en su gestión, dado que la necesidad de esta última es menos visible en los casos en que la abundancia del recurso es alta (Ostrom, 2009).

La situación actual en la cual *R. venosa* potencia sus tasas de crecimiento poblacional en ausencia de predadores podría conducir a una disminución de la productividad pesquera potencial como resultado de factores denso-dependientes. Estos efectos se han observado en países como Turquía, donde se ha determinado una disminución en las tallas de este gasterópodo, efecto que podría deberse a interacciones intraespecíficas de denso-dependencia, o bien como resultado de una explotación desmedida de las tallas mayores que puede conducir a la juvenilización del recurso (Zengin et al., 2016). Resulta clave considerar este efecto sobre los organismos de *R. venosa*, dado que el precio del pie, producto principal de la explotación de este recurso, depende principalmente de las tallas ofrecidas al mercado y del índice de condición de los ejemplares. El efecto de factores denso-dependientes ha sido observado comúnmente en recursos bentónicos sésiles y sedentarios, incluyendo el mejillón en la zona de estudio (Hernández & Defeo, 2005). Estos autores mostraron que *M. platensis*

puede presentar una interfase entre un efecto de densidad competitiva o capacidad de carga y denso-dependencia en escenarios de alta densidad.

Si bien existen factores de incertidumbre derivados de eventos climáticos y biológicos que reducen los días de pesca, otras características de los recursos contribuyen a aumentar la productividad del sistema y su relativa predictibilidad. *M. platensis* es más vulnerable a cambios en la salinidad y a las floraciones algales nocivas, lo que genera incertidumbre en su pesca y comercialización. Dado que los mejilloneros basan buena parte de sus ganancias anuales en la pesca de mejillón, el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* constituiría una alternativa atractiva para mitigar eventos como el mencionado anteriormente. Esto resulta de importancia, ya que *R. venosa* muestra una mayor tolerancia a la salinidad y una baja bioacumulación de toxinas, lo que puede facilitar su predicción. Aun así, siguiendo el principio precautorio, se deben realizar pruebas sobre bioacumulación de toxinas para la población objetivo de *R. venosa*, dado que los estudios al respecto han sido realizados sobre poblaciones presentes en ambientes con características biofísicoquímicas distintas a las del SES objeto de análisis. El desarrollo de una pesquería con estrategias de captura similares a las utilizadas por los mejilloneros, implicaría un porfolio con capacidad de adaptación a los cambios futuros, y por tanto una mayor probabilidad de mitigación de los efectos negativos producto de la afectación de las especies pesqueras actuales (Anderson et al., 2017; Cline et al., 2017).

R. venosa presenta una fase planctónica de amplia duración. Si bien esta información es de carácter general, dado que provienen de ambientes con características biofísicoquímicas distintas a las presentes en el SES objeto de análisis, esta conectividad facilitada por la fase larval planctónica contribuye a mantener la diversidad genética y la resiliencia del SES. La existencia de larva planctónica debe ser considerada a la hora de establecer pautas de manejo pesquero, tomando en cuenta aspectos teóricos basados en metapoblaciones (McLachlan & Defeo, 2018).

4.3. Sistema de gobernanza

4.3.1. Estructura institucional

El análisis del sistema de gobernanza mostró fortalezas y debilidades, las cuales se relacionan con la estructura multinivel y su funcionamiento. La integración de entidades gubernamentales y no gubernamentales a múltiples niveles, junto con la participación de actores locales a través de CZP y CLP, demuestra el interés que presenta la gobernanza pesquera participativa en pesquerías artesanales de Uruguay en lograr la sostenibilidad de los SES pesqueros. Aun así, la ausencia de iniciativa para llevar a cabo reuniones donde se facilite dicho intercambio horizontal dificulta lograr el objetivo y, por tanto, lograr una gobernanza coordinada y coherente del recurso.

Lo anterior deja en evidencia la necesidad de fortalecer las instancias participativas de intercambio. Específicamente y a pesar de que los CZP son instrumentos esenciales para fomentar el diálogo, es crucial reconocer la independencia de los buzos mejilloneros y otros pescadores artesanales, debido a las diferencias en los recursos utilizados. Esta necesidad de reconocimiento de independencia es compartida incluso

por los propios buzos mejilloneros, quienes expresan ser catalogados como pescadores artesanales por las instituciones gubernamentales (D'Ambrosio et al., 2010). En consecuencia, se sugiere la creación de un CLP que distinga entre la pesca artesanal de mejillones y la pesca de otros recursos no bentónicos. Esta medida busca evitar la aplicación de políticas de tipo "Panacea", que tienden a homogeneizar el sistema y, por ende, diluir la identidad del mismo (Basurto & Ostrom, 2009). La creación de un CLP específico permitiría una gestión más coherente con el contexto local, la historia y los desafíos particulares del SES, elementos fundamentales para lograr un manejo pesquero exitoso (Cinner et al., 2013) y un desarrollo plausible de la pesquería de *R. venosa*.

Ostrom (2009) determina ciertas variables de segundo orden de los subsistemas focales que facilitan/dificultan la participación de los actores en la gestión de los recursos. En general, dichas variables se encuentran principalmente relacionadas con los subsistemas "sistema de gobernanza" y "actores", siendo las más importantes: "número de actores relevantes" (A1), "liderazgo, compañerismo" (A5), "normas/capital social" (A6), "conocimiento sobre el SES/modelos mentales" (A7), "importancia del recurso" (A8) y "reglas de elección colectivas" (GS4.3). Aun así, variables correspondientes a los subsistemas "unidades del recurso" y "sistema del recurso" son relevantes a la hora de generar normativas coherentes. Si bien en este trabajo se abordaron muchos de estos aspectos, futuros estudios permitirán aportar mayores detalles acerca de las variables de segundo orden antes mencionadas, las cuales podrían identificar debilidades del SES y potenciales soluciones para mitigarlas.

4.3.2. Reglas en uso

Este estudio permitió identificar diferentes reglas de uso en lo que respecta a la pesca en Uruguay y específicamente la pesquería artesanal del mejillón *M. platensis*. Así, se determinaron normativas de derechos de propiedad y distintas reglas operativas, junto con su respectivo sistema de monitoreo y sanción.

La determinación de las reglas operativas a ser implementadas de forma co-organizada con los actores, es imprescindible para lograr el éxito del SES, ya que la propuesta, discusión y generación colectiva de la normativa facilita su cumplimiento y monitoreo por parte de los pescadores (Ostrom, 2009). Si bien cada SES presenta particularidades que lo hacen exitoso, ciertas características de gobernanza son visualizadas en múltiples casos de estudio. Una de ellas es la existencia de derechos de propiedad del sistema (Basurto et al., 2013; Cinner et al., 2013) y reglas operativas tales como existencia de un sistema de cuotas (Gutiérrez et al., 2011). Dado que el SES propuesto se ve directamente involucrado con un SES ya existente (pesquería de mejillón), la generación y aplicación de nuevas normativas debe considerar aquellas implementadas en la actualidad. El hecho de que ambas especies co-ocuran en espacio y tiempo podría generar dificultades de manejo en el caso de establecer limitaciones diferenciales en el esfuerzo pesquero (embarcaciones y pescadores), de modo que las nuevas normativas deben ser coherentes entre sí y no dificultar el funcionamiento ni la actividad de los mejilloneros ya establecidos, evitando efectos negativos potenciales en el SES pesquero de *M. platensis* (Cinner et al., 2013).

La regulación aplicada a las pesquerías de *R. venosa* en Turquía abarca un gran abanico de medidas operacionales de manejo del recurso, incluyendo regulaciones especiales, artes de pesca y vedas temporales, con un enfoque particular en las redes de arrastre (Dagtekin et al., 2023). La pesca con redes de arrastre está prohibida durante los meses reproductivos de *R. venosa*; además, este arte de pesca presenta un notable impacto en el fondo marino y en especies no objetivo (Daskalov & Rätz, 2011; Dagtekin et al., 2023). Se ha propuesto la implementación de tallas mínimas de captura y la asignación de cuotas de pesca (Dagtekin et al., 2023). Esta información proporciona una base valiosa para considerar posibles medidas de manejo en una eventual pesquería de *R. venosa* en Uruguay. Sin embargo, es necesario adaptar estas normativas al contexto específico en el cual serán aplicadas, dado que cada SES presenta particularidades únicas que deben ser consideradas al diseñar e implementar medidas de manejo. Asimismo, debe considerarse la existencia del SES pesquero del mejillón, el cual presenta como principal actor a los buzos mejilloneros, los cuales desarrollan su actividad en una zona específica y con un arte de pesca determinado, y están sujetos a una normativa ya establecida.

La implementación de normativas debe verse acompañada por un sistema de monitoreo y sanción adecuado y funcional. En una primera instancia, y dado que se propone la pesca conjunta de *M. platensis* y *R. venosa*, el monitoreo de estos recursos puede realizarse simultáneamente, otorgando el permiso de pesca de *R. venosa* a aquellos pescadores que ya lo poseen para *M. platensis*, y que presentan la “Licencia de buzo Profesional” necesaria para el arte de pesca mediante el cual se propone la extracción de *R. venosa*. Dada la ocurrencia en simpatría de este recurso con *R. venosa*, el monitoreo biofísico podría llevarse a cabo en conjunto, permitiendo una mejor comprensión del comportamiento de ambas poblaciones y facilitando así la predicción de los potenciales rendimientos pesqueros de las mismas. La falta de información sobre la conectividad entre las poblaciones de diferentes zonas puede resultar en planes de manejo ineficientes, en especial teniendo en cuenta la alta conectividad en este tipo de poblaciones de invertebrados con vida larval planctónica. Tal como se mencionó anteriormente, las poblaciones locales forman parte de una metapoblación, por lo que las distintas zonas requerirían de estrategias de manejo diferenciales según la conectividad entre poblaciones locales, diferenciando áreas fuente de receptoras (McLachlan & Defeo, 2018). Esto a su vez permitiría desarrollar actividades pesqueras en forma coordinada y coherente con la realidad de los recursos para potenciar el rendimiento pesquero y el uso sostenible de los recursos (Crales et al., 2019; Nolasco et al., 2022).

El desarrollo de la pesquería de *R. venosa*, en conjunto con la de mejillón, amerita la generación e implementación de un sistema de monitoreo que permita reconocer las situaciones que incumplen las normativas, facilitando así la fiscalización eficiente de las medidas de manejo. En Argentina, planes específicos para evitar la pesca ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR) han sido aplicados mediante un Sistema Integral Control de Actividades Pesqueras (SICAP) (Figura 10).

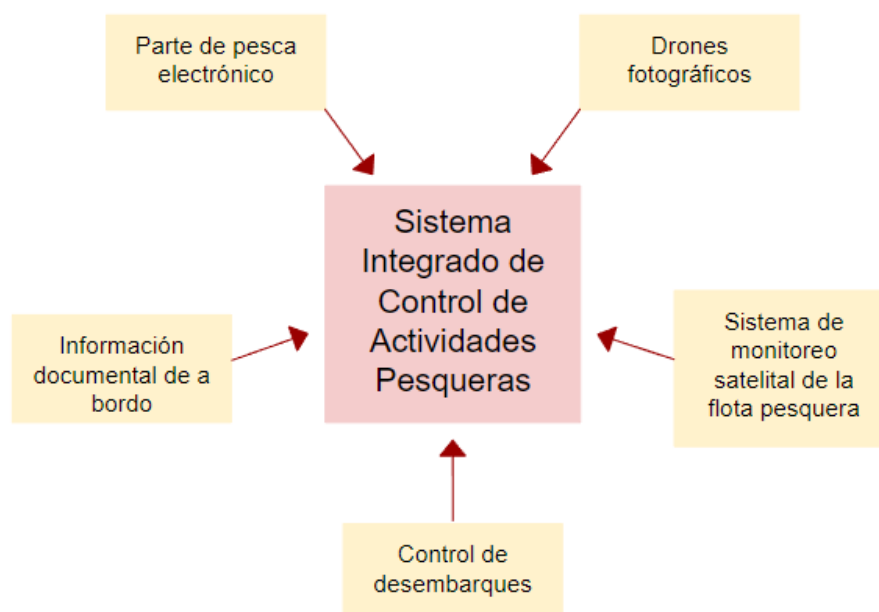


Figura 10. Sistema Integrado de Control de Actividades Pesqueras (SICAP) desarrollado para pesquerías de Argentina, adaptado a la pesquería potencial de *Rapana venosa* y a la ya existente de mejillón *Mytilus platensis*. Modificado de Defeo & Vasconcellos (2020).

La implementación de este tipo de sistema es imprescindible para desarrollar pesquerías sostenibles y cumplir con el *Código de Conducta para la Pesca Responsable* propuesto por FAO (1995). Sin embargo, a pesar del nivel de generalidad que se muestra en la Figura 10, el sistema de monitoreo debe adecuarse a las características de los recursos en cuestión, lo cual debe ser analizado en futuras etapas del desarrollo de la pesquería.

4.4. Actores

Se identificaron las principales características de los actores clave para la pesquería propuesta de *R. venosa*. En este contexto, considerando la actividad de la pesquería de mejillón en la misma zona y el tipo de recurso, se propone desarrollar una misma operativa que considere el tipo de captura (extracción manual por buceo) y equipamiento general al ya existente para la pesquería de mejillón.

El oficio del buzo mejillonero se transmite de manera informal a través de las generaciones. Así, muchos niños comienzan a participar en los viajes en cubierta antes de completar la educación primaria, aprendiendo tareas relacionadas con el oficio a una edad temprana (D' Ambrosio et al., 2010). Esta tradición familiar lleva a que muchos mejilloneros comiencen y continúen en la actividad por motivos de herencia cultural, mientras que otros optan por este camino debido a las dificultades económicas para costear carreras universitarias en el Departamento de Montevideo, sumándose a esto un componente afectivo (D' Ambrosio et al., 2010). La estrecha relación de los actores con el SES del cual forman parte es esencial a la hora de lograr una buena gestión de los recursos. Dado que los mejilloneros comienzan a interactuar con el SES desde etapas muy tempranas, su conocimiento tradicional e informal es muy amplio. Este conocimiento de los pescadores permite aportar una visión amplia de los requerimientos

del sistema (Gianelli et al., 2021; Bausero-Jorcin et al., 2024) y por tanto se sugiere incluirlo en las discusiones tendientes a crear e implementar medidas de manejo. En este contexto, el CLP constituiría un instrumento adecuado para considerar la co-creación de conocimientos e incorporación de los diferentes saberes en las medidas de manejo.

La dependencia del recurso es vista como un factor importante a la hora de determinar el éxito en la gestión del SES (Ostrom, 2009; Cinner et al., 2013). Dado que *R. venosa* no es utilizado como recurso pesquero en la actualidad, la baja dependencia del recurso indicaría posibilidades del fracaso en cuanto al desarrollo de la pesquería. Aun así, y contextualizando para el SES potencial, donde existe una relación predador-presa y un porfolio pesquero poco diverso, la comunicación y divulgación de esta posibilidad a los actores relevantes del SES puede cambiar su percepción sobre *R. venosa*, aumentando su importancia y, por tanto, facilitando la implicación de los actores en la gestión del SES. En adición, *R. venosa*, se adapta en gran medida a la forma de vida de los mejilloneros y sus familias, dadas las similitudes en el proceso de extracción y procesamiento existentes con *M. platensis*, factor de gran importancia a la hora de proponer esta nueva alternativa de desarrollo pesquero a los usuarios.

5. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo permitió generar un marco conceptual específico para el desarrollo de la pesquería de *R. venosa* en Uruguay, proponiéndose Isla Gorriti e inmediaciones como zona de pesca y a los mejilloneros como responsables de su extracción.

Mediante el análisis de los subsistemas focales y variables de segundo y tercer orden relevantes para el desarrollo pesquero, se lograron identificar fortalezas y debilidades del SES.

El análisis permitió detectar fortalezas ecológicas, sociales, económicas e institucionales relacionadas con el desarrollo de la pesquería. Desde un punto de vista ecológico, el desarrollo de la pesquería permitiría disminuir la fuerte intensidad de predación de *R. venosa* sobre *M. platensis*, lo cual podría conducir a un aumento de la población de este recurso explotado artesanalmente desde mediados del siglo pasado. El desarrollo pesquero generaría ganancias económicas a los mejilloneros y ampliaría el porfolio pesquero, generando a su vez mayor estabilidad en el sustento de sus medios de vida. Desde un punto de vista institucional, el sistema de gobernanza participativo ya implementado a través de un CLP en la zona, permitiría potenciar el desarrollo pesquero.

Las mayores debilidades identificadas tienen relación directa con el vacío de información existente en Uruguay respecto a las unidades del recurso y sus características, principalmente aspectos poblacionales claves para un desarrollo pesquero, como su abundancia. Este atributo poblacional es indispensable a la hora de dimensionar la pesquería, por lo cual deben llevarse a cabo campañas de investigación a efectos de desarrollar la pesquería con bases científicas sólidas.

Se resalta la importancia de generar instancias de intercambio con los mejilloneros, ya que las mismas permitirían desarrollar la pesquería en base a la co-creación de conocimiento, así como entender la perspectiva de los mismos ante la posibilidad de desarrollar la pesquería de *R. venosa*.

6. Bibliografía

- Agüera A, Trommelen M, Burrows F, et al. (2012) Winter feeding activity of the common starfish (*Asterias rubens*, L.): the role of temperature and shading. *Journal of Sea Research* 72, 106-112.
- Almada-Villela P (1984) The effects of reduced salinity on the shell growth of small *Mytilus edulis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 64, 171-182.
- Anderson S, Ward E, Shelton A, et al. (2017) Benefits and risks of diversification for individual fishers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 10797-10802.
- Antropología y Pesca (2013) Fotos mejilloneros en Punta del Este, Uruguay. <https://antropologiaypesca.wordpress.com/2013/11/09/fotos-mejilloneros/>
- Avdelas L, Avdic-Mravlje E, Borges A, et al. (2020) The decline of mussel aquaculture in the European Union: causes, economic impacts and opportunities. *Reviews in Aquaculture* 13, 91-118.
- Ayata S, Lazure P, Thiébaud É (2010) How does the connectivity between populations mediate range limits of marine invertebrates? A case study of larval dispersal between the Bay of Biscay and the English Channel (North-East Atlantic). *Progress in Oceanography* 87, 18-36.
- Ban S, Zhang T, Pan H, et al. (2014) Effects of temperature and salinity on the development of embryos and larvae of the veined rapa whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 32, 773-782.
- Basurto X, Gelcich S, Ostrom E (2013) The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Global Environmental Change* 23, 1366-1380.
- Basurto X, Ostrom E (2009) Beyond the tragedy of the commons. *Economia delle fonti di energia e dell'ambiente* 52, 35-60.
- Bausero-Jorcín S, Gelcich S, Gianelli I, et al. (2024) Assessing the performance of a participatory governance transformation in small-scale fisheries: a case study from Uruguay. *Marine Policy* 160, 105964.
- Bax N, Williamson A, Aguero M, et al. (2003) Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27, 313-323.
- Bayne B, Gabbott P, Widdows J (1975) Some effects of stress in the adult on the eggs and larvae of *Mytilus edulis* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 55, 675-689.
- Bianchinotti V (2017) El mejillón azul (*Mytilus edulis*) en Isla de Lobos, Isla Gorriti y Punta Ballena (Maldonado, Uruguay): abundancia, estructura poblacional y estado de la pesquería. Universidad de la República. Facultad de Ciencias.
- Bondarev I (2014) Dynamics of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) population in the Black Sea. *International Journal of Marine Science* 4, 42-56.
- Bonelli A, Giachetti C, Jaureguizar A, et al. (2016) First report of predation by small shark on the invasive rapa whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in Argentinean waters. *BioInvasions Records* 5, 169-172.
- Brazeiro A, Bresciano D, Brugnoli E (2021) Panorama general de las invasiones biológicas en Uruguay. En Brazeiro A, Bresciano D, Brugnoli E, et al. (Eds.): *Especies exóticas invasoras de Uruguay: distribución, impactos socioambientales*

- y estrategias de gestión (pp. 13-38). RETEMA-Udelar, CEEI-Ministerio de Ambiente, Montevideo.
- Brenko M, Calabrese A (1969) The combined effects of salinity and temperature on larvae of the mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 4, 224-226.
- Brugnoli E, Giberto D, Lanfranconi A, et al. (2014) El gasterópodo invasor *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) y sus posibles efectos en el ecosistema costero estuarial del Río de la Plata. En Goso C (Ed.): Nuevas miradas a la problemática de los ambientes costeros (pp. 211-228). DIRAC-Facultad de Ciencias, Montevideo.
- Brugnoli E, Masciadri S, Muniz P (2009) Base de datos de especies exóticas e invasoras en Uruguay, un instrumento para la gestión ambiental y costera. Ecoplata, Montevideo.
- Carranza A (2010) Proyecto Rapana. Desarrollo de una pesquería artesanal y cadena de comercialización de un gasterópodo invasor. Primer informe técnico. Proyecto PR/AIS/2010/1/3477. Uruguay.
- Carranza A, de Mello C, Ligrone A, et al. (2010) Observations on the invading gastropod *Rapana venosa* in Punta del Este, Maldonado Bay, Uruguay. *Biological Invasions* 12, 995-998.
- Carranza A, Defeo O, Beck M, et al. (2009) Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 19, 349-366.
- Carranza A, Delgado E, Martínez G (2013) Bases socioecológicas para el desarrollo de una pesquería artesanal de *Rapana venosa* en Maldonado, Uruguay. En Aber A, Ferrari G, Porcile J, et al. (Eds.): Identificación de prioridades para la gestión nacional de las especies exóticas invasoras (pp. 84-89). UNESCO, Montevideo.
- Carranza A, Estrades A, Scarabino F, et al. (2010) Loggerhead turtles *Caretta caretta* (Linnaeus) preying on the invading gastropod *Rapana venosa* (Valenciennes) in the Río de la Plata Estuary. *Marine Ecology* 32, 142-147.
- Chipperfield P (1953) Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L.) in British waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 32, 449-476.
- Chung E, Kim S (1993) Reproductive ecology of the purple shell, *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae), with special reference to the reproductive cycle, depositions of egg capsules and hatchings of larvae. *The Malacological Society of Korea* 9, 1-15.
- Chung E, Kim S, Seong C (2002) First sexual maturity, spawning frequency and deposition of the egg capsules of the female purple shell *Rapana venosa* in the slag deposit area, Gwangyang Bay, Korea. *The Korea Society of Developmental Biology* 6, 37-44.
- Chung E, Park K, Lee C, et al. (2013) The effects of female shell size on reproductive potential of the egg capsule in Rapa Whelk *Rapana venosa* in three regions of different salinities. *Development and Reproduction* 17, 25-35.
- Cinner J, MacNeil M, Basurto X, et al. (2013) Looking beyond the fisheries crisis: cumulative learning from small-scale fisheries through diagnostic approaches. *Global Environmental Change* 23, 1359-1365.
- Cline T, Schindler D, Hilborn R (2017) Fisheries portfolio diversification and turnover buffer Alaskan fishing communities from abrupt resource and market changes. *Nature Communications* 8, 14042.

- Criales M, Chérubin L, Gandy R, et al. (2019) Blue crab larval dispersal highlights population connectivity and implications for fishery management. *Marine Ecology Progress Series* 625, 53-70.
- Cuthbert R, Pattison Z, Taylor N, et al. (2021) Global economic costs of aquatic invasive alien species. *Science of the Total Environment* 775, 145238.
- Dagtekin M, Karapaça Ş, Ceyhan V, et al. (2023) Stakeholders' perspectives on the management measures in *Rapana venosa* fisheries in the Black Sea Turkish coast. *Thalassas* 39, 1245-1255.
- Daskalov G, Ratz H (2011) Assessment of Black Sea Stocks. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. STECFOWP-116 11-06. JRS Scientific and Technical Reports, Luxembourg: Publications Office of the EU.
- Defeo O (1991) Programa de investigación del mejillón *Mytilus edulis platensis* en las costas del Departamento de Maldonado. Informe final. Proyecto URU/87/008. PNUD-INAPE, Uruguay.
- Defeo O, Horta S, Carranza A, et al. (2009) Hacia un manejo ecosistémico de pesquerías. Áreas marinas protegidas en Uruguay. Facultad de Ciencias-UNDECIMAR, DINARA, Montevideo.
- Defeo O, Puig P, Horta S, et al. (2011) Coastal fisheries of Uruguay. En Salas S, Chuenpagdee R, Charles A, et al. (Eds.): Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean (pp. 357-384). FAO, Roma.
- Defeo O, Riestra G (2000) El mejillón *Mytilus edulis platensis* en costas del departamento de Maldonado: propuesta para la ordenación de la pesquería. En Rey M (Ed.): Recursos pesqueros no tradicionales: moluscos bentónicos marinos (pp. 58-72). Proyecto URU/92/003. INAPE-PNUD, Uruguay.
- Defeo O, Vasconcellos M (2020) Transición hacia un enfoque ecosistémico de la pesca - Lecciones aprendidas de pesquerías de América del Sur. FAO. Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No 668. FAO, Roma.
- Demirel N, Ulman A, Yildiz T, et al. (2021) A moving target: achieving good environmental status and social justice in the case of an alien species, rapa whelk in the Black Sea. *Marine Policy* 132, 104687.
- Didham R, Tylianakis J, Hutchison M, et al. (2005) Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology & Evolution* 20, 470-474.
- DINACEA (2024) Geoportal: visualizador de mapas. Observatorio Ambiental Nacional, Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA), Ministerio de Ambiente. <https://www.ambiente.gub.uy/visualizador/index.php?vis=sig>
- DINARA (1990) Decreto N° 242/990. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Diario Oficial, 04 de julio de 1990.
- DINARA (2013) Guía práctica para pescadores artesanales: beneficios, derechos y trámites vinculados a la actividad. Montevideo.
- DINARA (2014) Resolución N° 312/2014 "Sobre medidas de manejo para el mejillón durante el verano".
- DINARA (2018) Decreto N° 115/018 "Reglamento de la Ley 19.175 relativo a la declaración de interés general. Conservación, investigación y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos y ecosistemas". Diario Oficial, 04 de mayo del 2018.
- DINARA (2019) Boletín estadístico pesquero 2018. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/boletin-estadistico-pesquero-2016-18>

- DINARA (2020) Resolución N° 32/020 “Medidas de extracción de mejillón *Mytilus edulis platensis*”.
- D'Ambrosio L, Lembo V, Amato B, et al. (2010) El mundo sumergido. Una investigación antropológica de la pesquería del mejillón en Piriápolis y Punta del Este. Departamento de publicaciones FHCE. Montevideo.
- Euronews (2021) *Rapana venosa*: de especie invasora a fuente de ingresos en el Mar Negro. <https://es.euronews.com/green/2021/08/24/rapana-venosa-de-especie-invasora-a-fuente-de-ingresos-en-el-mar-negro>
- FAO (1995) Código de Conducta para la Pesca Responsable. FAO, Roma. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/v9878s>
- FAO (2015) Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. FAO, Roma. <http://www.fao.org/3/a-i4487s.pdf>
- FAO (2020) Lineamientos referenciales para legislar o regular el buceo en la pesca artesanal o de pequeña escala en la región de América Latina y el Caribe. FAO, Panamá. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb0693es>
- FAO (2022) The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. FAO, Roma.
- FAO (2024) Fishery and aquaculture country profiles. <https://www.fao.org/fishery/en/facp/ury>
- Ferrari S, Lizarralde Z, Pittaluga S, et al. (2016) Dieta y comportamiento de alimentación del ostrero austral (*Haematopus leucopodus*) durante el período pos-reproductivo en el estuario del Río Gallegos, Patagonia, Argentina. Ornitología Neotropical 26, 39-49.
- Framiñan M, Brown O (1996) Study of the Río de la Plata turbidity front, part 1: spatial and temporal distribution. Continental Shelf Research 16, 1259-1282.
- FREPLATA (2004) Análisis diagnóstico transfronterizo del Río de la Plata y su frente marítimo. Documento técnico. Proyecto protección ambiental del Río de la Plata y su frente marítimo. Proyecto RLA/99/G31. PNUD-GEF, Uruguay.
- Gardner J, Oyarzún P, Toro J, et al. (2021) Phylogeography of Southern Hemisphere blue mussels of the genus *Mytilus*: Evolution, biosecurity, aquaculture and food labelling. En Hawkins S, Lemasson A, Allcock A, et al. (Eds.): Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 59, 139-228.
- Gianelli I, Defeo O (2017) Uruguayan fisheries under an increasingly globalized scenario: long-term landings and bioeconomic trends. Fisheries Research 190, 53-60.
- Gianelli I, Orlando L, Cardoso L, et al. (2023) Sensitivity of fishery resources to climate change in the warm-temperate Southwest Atlantic Ocean. Regional Environmental Change 23, 49.
- Gianelli I, Ortega L, Pittman J, et al. (2021) Harnessing scientific and local knowledge to face climate change in small-scale fisheries. Global Environmental Change 68, 102253.
- Giberto D, Bremec C, Schejter L, et al. (2006) The invasive rapa whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846): status and potential ecological impacts in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. Journal of Shellfish Research 25, 919-924.
- Giberto D, Schiariti A, Bremec C (2011) Diet and daily consumption rates of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) from the Río de la Plata (Argentina-Uruguay). Journal of Shellfish Research 30, 349-358.

- Gilg M, Hilbish T (2003) The geography of marine larval dispersal: coupling genetics with fine-scale physical oceanography. *Ecology* 84, 2989-2998.
- Guerrero R, Acha E, Framiñan M, et al. (1997) Physical oceanography of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research* 17, 727-742.
- Gutiérrez N, Hilborn R, Defeo O (2011) Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature* 470, 386-389.
- Harding J (2003) Predation by blue crabs, *Callinectes sapidus*, on rapa whelks, *Rapana venosa*: Possible natural controls for an invasive species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 297, 161-177.
- Harding J (2006) Growth and development of veined rapa whelk *Rapana venosa* veligers. *Journal of Shellfish Research* 25, 941-946.
- Harding J, Mann R (1999) Observations on the biology of the veined rapa whelk, *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Chesapeake Bay. *Journal of Shellfish Research* 18, 9-17.
- Harding J, Mann R, Kilduff C (2007) The effects of female size on fecundity in a large marine gastropod *Rapana venosa* (Muricidae). *Journal of Shellfish Research* 26, 33-42.
- Hernández G, Defeo O (2005) Relación masa corporal-abundancia en un gremio de mitílidos suspensívoros del sublitoral rocoso de dos islas de Uruguay. *Interciencia* 30, 711-716.
- Horta S, Defeo O (2012) The spatial dynamics of the whitemouth croaker artisanal fishery in Uruguay and interdependencies with the industrial fleet. *Fisheries Research* 125-126, 121-128.
- Hu N, Wang F, Zhang T, et al. (2016) Prey selection and foraging behavior of the whelk *Rapana venosa*. *Marine Biology* 163, 1-12.
- Ito K, Asakawa M, Beppu R, et al. (2004) PSP-toxicification of the carnivorous gastropod *Rapana venosa* inhabiting the estuary of Nikoh River, Hiroshima Bay, Hiroshima Prefecture, Japan. *Marine Pollution Bulletin* 48, 1116-1121.
- Korkmaz K, Tokur B (2023) Processing and nutritional quality of sea snail (*Rapana venosa*: Valenciennes, 1846) meat. *Food Bulletin* 2, 53-60.
- Kos'yan A (2013) Comparative analysis of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) from different biotopes of the Black Sea based on its morphological characteristics. *Oceanology* 53, 47-53.
- Laing I, Walker P, Areal F (2006) Return of the native - is European oyster (*Ostrea edulis*) stock restoration in the UK feasible? *Aquatic Living Resources* 19, 283-287.
- Lanfranconi A, Hutton M, Brugnoli E, et al. (2009) New record of the alien mollusc *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in the Uruguayan coastal zone of Río de la Plata. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4, 216-221.
- Lee K, Mok J, Song K, et al. (2012) First detection and seasonal variation of lipophilic toxins Okadaic Acid, Dinophysistoxin-1, and Yessotoxin in Korean Gastropods. *Journal of Food Protection* 75, 2000-2006.
- Lehane C, Davenport J (2004) Ingestion of bivalve larvae by *Mytilus edulis*: experimental and field demonstrations of larviphagy in farmed blue mussels. *Marine Biology* 145, 101-107.
- Ley N° 19.175 (2014) Declaración de interés general. conservación, investigación y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos y ecosistemas. *Diario Oficial*, 07 de marzo de 2014.
- Lezama C, Carranza A, Fallabrino A, et al. (2013) Unintended backpackers: bio-fouling

- of the invasive gastropod *Rapana venosa* on the green turtle *Chelonia mydas* in the Río de la Plata Estuary, Uruguay. *Biological Invasions* 15, 483-487.
- Lovell S, Stone S, Fernandez L (2006) The economic impacts of aquatic invasive species: a review of the literature. *Agricultural and Resource Economics Review* 35, 195-208.
- Mann R, Harding J (2003) Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the North American Atlantic Coast. *The Biological Bulletin* 204, 96-103.
- Mann R, Occhipinti A, Harding J (2004) Alien species alert: *Rapana venosa* (veined whelk). ICES Cooperative Research Report No. 264.
- Marchessaux G, Mangano M, Bizzarri S, et al. (2023) Invasive blue crabs and small-scale fisheries in the Mediterranean Sea: local ecological knowledge, impacts and future management. *Marine Policy* 148, 105461.
- Marín Y, Horta S, Chocca J, et al. (2020) Historical expansion and diversification of Uruguayan fisheries in the Río de la Plata and the Atlantic Ocean: the concept of “métier” and the identification of high-intensity fishing areas. *Ocean & Coastal Management* 184, 104919.
- McGinnis M, Ostrom E (2014) Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society* 19, 30.
- McLachlan A, Defeo O (2018) *The Ecology of Sandy Shores* (Third Edition). Academic Press.
- MGAP (2023) Anuario^{SEP} estadístico agropecuario 2023. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2023>
- Ministerio de Defensa Nacional (1991) Decreto N° 72/991 "Reglamento de actividades de buceo". Diario oficial, 05 de febrero de 1991.
- Mizrahi M, Chapman J, Gough C, et al. (2017) Management implications of the influence of biological variability of invasive lionfish diet in Belize. *Management of Biological Invasions* 8, 61-70.
- Molnar J, Gamboa R, Revenga, et al. (2008) Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, 485-492.
- Munari C, Mistri M (2011) Short-term hypoxia modulates *Rapana venosa* (Muricidae) prey preference in Adriatic lagoons. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 407, 166-170.
- Niggemeyer F, Masello A (1992) La pesquería del mejillón (*Mytilus edulis platensis*): análisis de los desembarques en el puerto de Punta del Este (Maldonado, Uruguay). *Frente Marítimo* 12, 83-88.
- Nolasco R, Dubert J, Acuña JL, et al. (2022) Biophysical modelling of larval dispersal and population connectivity of a stalked barnacle: implications for fishery governance. *Marine Ecology Progress Series* 694, 105-123.
- Osterblom H, Crona B, Folke C, et al. (2017) Marine ecosystem science on an intertwined planet. *Ecosystems* 20, 54-61.
- Ostrom E (2009) A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325, 419-422.
- Pastorino G, Penchaszadeh P, Schejter L, et al. (2000) *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Mollusca: Muricidae): a new gastropod in South Atlantic waters. *Journal of Shellfish Research* 19, 897-899.

- Paul P, Kar T (2016) Impacts of invasive species on the sustainable use of native exploited species. *Ecological Modelling* 340, 106-115.
- Penchaszadeh P (1974) Ecología del mejillón *Mytilus platensis* d'Orb. de bancos circalitorales. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Peteiro L, Filgueira R, Labarta U, et al. (2010) The role of fish predation on recruitment of *Mytilus galloprovincialis* on different artificial mussel collectors. *Aquacultural Engineering* 42, 25-30.
- Re M, Menéndez A (2012) Modelación de calidad del agua del Río de la Plata. Segundo informe parcial. Proyecto ARG/09/G46. PNUD, Argentina.
- Saglam H, Düzgüneş E, Öğüt H (2009) Reproductive ecology of the invasive whelk *Rapana venosa* Valenciennes, 1846, in the southeastern Black Sea (Gastropoda: Muricidae). *ICES Journal of Marine Science* 66, 1865-1867.
- Sánchez Acosta M, Góngora N, Antuña D, et al. (2024) An update of the invasion status of *Rapana venosa* (Mollusca: Gastropoda) in the Río de la Plata estuary. *Marine and Fishery Sciences* 37, 435-448.
- Savini D, Castellazzi M, Favruzzo M, et al. (2004) The alien mollusc *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846; Gastropoda, Muricidae) in the Northern Adriatic Sea: population structure and shell morphology. *Chemistry and Ecology* 20, 411-424.
- Scala S (1992) Ciclo reproductivo del mejillón azul *Mytilus edulis platensis* en Isla Gorriti e Isla de Lobos (Departamento de Maldonado, Uruguay). Universidad de la República. Facultad de ciencias.
- Scarabino F, Menafrá R, Etchegaray P (1999) Presencia de *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Muricidae) en el Río de la Plata. *Actas V Jornadas de Zoología del Uruguay, Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*: pp. 40.
- Searle L, Chacon N, Bach L (2012) Belize lionfish management plan: an overview of the invasion, mitigation activities and recommendations. *ECOMAR Technical Publication No1*.
- Seijo J, Defeo O, Salas S (1997) Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. *FAO Documento Técnico de Pesca No 368*. FAO, Roma.
- SERC (2024) *Rapana venosa*. https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/-66
- Stephenson R, Benson A, Brooks K, et al. (2017) Practical steps toward integrating economic, social and institutional elements in fisheries policy and management. *ICES Journal of Marine Science* 74, 1981-1989
- Stephenson R, Paul S, Wiber M, et al. (2018) Evaluating and implementing social-ecological systems: a comprehensive approach to sustainable fisheries. *Fish and Fisheries* 19, 853-873.
- Suzuki M, Gunduz A (2018) Japonya pazarı ile türkiye karadeniz arasındaki küresel-kırsal bağlantı. *Sosyoloji araştırmaları dergisi* 21, 285-316.
- Villasante S, Gianelli I, Castrejón M, et al. (2022) Social-ecological shifts, traps and collapses in small-scale fisheries: envisioning a way forward to transformative changes. *Marine Policy* 136, 104933.
- Widdows J (1991) Physiological ecology of mussel larvae. *Aquaculture* 94, 147-163.
- Xue D, Graves J, Carranza A, et al. (2018) Successful worldwide invasion of the veined rapa whelk, *Rapana venosa*, despite a dramatic genetic bottleneck. *Biological Invasions* 20, 3297-3314.

- Zengin M, Gümüs A, Düzgünes E (2016) An important small-scale fishery target in rapa whelk along the Southern Black Sea Coast (Samsun province, Turkey); the social, economic and ecological effects. En Srour A, Carlson A, Nastasi A, et al. (Eds.): Regional Conference on building a future for sustainable small-scale fisheries in the Mediterranean and the Black Sea (pp. 141-159). FAO.
- Ziller S (2012) Cómo establecer prioridades para acciones de control de las especies exóticas invasoras. En Aber A, Ferrari G, Porcile J, et al. (Eds.) Identificación de prioridades para la gestión nacional de las especies exóticas invasoras (pp. 35-44). UNESCO, Montevideo.
- Zolotarev V (1996) The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusc species. *Marine Ecology* 17, 227-236.