

Tesina de Grado
Licenciatura en Ciencias Biológicas

Evaluación de los efectos de actividades antrópicas en el sistema social-ecológico costero La Coronilla-Barra del Chuy, integrando conocimiento científico y tradicional

Julieta Olalde

Orientadores:

Dra. Eleonora Celentano

Dr. Omar Defeo

Laboratorio de Ciencias del Mar (UNDECIMAR)

Facultad de Ciencias

Universidad de la República

Tribunal:

Dra. Eleonora Celentano

Dr. Omar Defeo

Dr. Diego Lercari

Dr. Luis Orlando



Montevideo, Uruguay

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a todos los integrantes de UNDECIMAR: Diego, Gabriela, Sofía, Juan, Anita y Nicolás, y con especial énfasis a Omar y Eleonora, por los aprendizajes, los aportes y, sobre todo, por su excelente calidad humana, tanto en instancias de este proceso como todas las oportunidades que trabajamos juntos. También quiero agradecer a Luis por brindarme los datos de luces nocturnas, así como por su buena disposición a colaborar y responder todas mis dudas.

Nuevamente agradecerle a Luis, Diego, Eleonora y Omar por sus comentarios, correcciones y observaciones como tribunal de esta Tesina. Todos sus aportes enriquecieron enormemente este trabajo y mi formación en este proceso.

A todos los expertos que participaron de la elicitación, como a todos los entrevistados, les agradezco por su interés y por tomarse el tiempo de ser parte de este proyecto.

A los amigos que me encontré en este proceso académico: Eugenia, Magdalena, Victoria, Mathías, Natalia y Bruno, gracias por acompañarme dentro y fuera de la Facultad, por escucharme, por los mates en clase y por hacer de este proceso mucho más lindo con su amistad. También les agradezco a mis amigos de siempre, Lola, Sofía, Soledad, Tomás, Juan, Katriel, Alexia y Braiham, quienes me han sabido acompañar desde ya hace muchos años y han sido parte fundamental de este proceso, así como de muchos otros.

Finalmente, quiero agradecerle a mi familia, especialmente a Gladys y Jorge, mis padres, por todo lo que me han enseñado y transmitido, pero más que nada por la motivación constante, el apoyo incondicional y la compañía en este como en todos los momentos de mi vida.

Muchas gracias a todos, sin ustedes esto no habría sido posible.

Julieta.

Contenido

1.	Resumen	4
2.	Introducción	5
2.1	Objetivo general.....	7
2.1.2	Objetivos específicos.....	7
2.2	Hipótesis general de trabajo	7
2.2.1	Hipótesis y predicciones específicas	7
3.	Metodología.....	8
3.1	Área de estudio	8
3.2	Caracterización de los sitios	9
3.2.1	Información satelital y ancho de playa	9
3.2.2	Elicitación de expertos	10
3.2.3	Conocimiento tradicional.....	11
3.3	Descriptorios ecológicos	12
3.3.1	Descriptorios a nivel comunitario	12
3.3.2	Descriptorios a nivel poblacional.....	13
3.4	Análisis de datos	14
4.	Resultados.....	15
4.1	Caracterización de los sitios	15
4.2	Descriptorios a nivel comunitario	19
4.3	Descriptorios a nivel poblacional	25
4.3.1	<i>Excirolana armata</i>	25
4.3.2	Gremio en conjunto	26
4.3.3	Abundancia individual gremio	27
4.3.4	Biomasa individual gremio.....	28
4.3.5	Talla máxima individual gremio.....	29
4.3.6	Entrevistas a actores locales	30
5.	Discusión	32
5.1	Caracterización de los sitios	33
5.2	Patrones comunitarios	35
5.3	Patrones poblacionales	36
5.4	Aves	38
6.	Conclusiones	40
7.	Recomendaciones	41
8.	Bibliografía	43
9.	Anexo	49

1. Resumen

Las playas arenosas ofrecen variados servicios ecosistémicos que sostienen diferentes actividades antrópicas, como la recreación y el turismo, las cuales pueden afectar la integridad de estos ecosistemas. En este trabajo se evaluó el efecto de actividades antrópicas en el sistema social-ecológico costero La Coronilla–Barra del Chuy, integrando conocimiento científico y tradicional. Se utilizó un abordaje de métodos mixtos, combinando el estudio ecológico basado en información científica de largo plazo con técnicas de elicitación de expertos y entrevistas a actores locales en 3 sitios del sistema estudiado, uno con mayor infraestructura turística (Barra del Chuy), otro sin infraestructura turística (Control), y otro con infraestructura turística que también recibe descargas de aguas residuales y agrícolas a través del Canal Andreoni (La Coronilla). Estos efectos se analizaron en la macrofauna bentónica a nivel comunitario y poblacional (*Mesodesma mactroides*, *Donax hanleyanus*, *Emerita brasiliensis* y *Excirolana armata*). Se demostró el efecto negativo de las actividades recreativas, actuando de forma aislada o en sinergia con otras perturbaciones de presión (Canal Andreoni), en el sistema estudiado. En líneas generales, las hipótesis de trabajo fueron corroboradas: (1) el sitio con mayor potencial para la conservación fue aquel con menor intervención antrópica y viceversa; (2) la percepción de los actores locales sobre las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas difirió entre sitios, con una mayor percepción negativa de los sitios con mayor intervención antrópica; (3) las tendencias a largo plazo de la riqueza de especies y los descriptores poblacionales variaron significativamente entre sitios, disminuyendo en función de la intensidad de uso e intervención antrópica y resaltándose respuestas diferenciales según la historia de vida de las especies. Se sugieren posibles estrategias para integrar estas presiones en los planes de manejo y conservación de playas arenosas. Se recomienda considerar la aplicación de métodos mixtos para lograr un abordaje holístico de las problemáticas costeras fundamentalmente en los sistemas social-ecológicos de playas arenosas.

2. Introducción

Las playas arenosas son ecosistemas de gran relevancia global, ya que proporcionan múltiples servicios ecosistémicos, los cuales son esenciales para proporcionar alimentos, satisfacer la recreación, mantener la biodiversidad y la calidad del agua, y brindar protección contra eventos climáticos extremos (Barbier et al., 2011; McLachlan & Defeo, 2018; Harris & Defeo, 2022; Jorge-Romero et al., 2022; Pilkey et al., 2022). Estos pueden clasificarse en servicios de provisión, regulación y mantenimiento, y culturales (Haines-Young & Potschin, 2018). Las playas proveen el 100% de los servicios culturales identificados a nivel mundial (Harris & Defeo, 2022) según la Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos (CICES, por siglas en inglés) versión 5.1 (Haines-Young & Potschin, 2018). Esto resalta el importante rol que cumplen las playas en la sociedad, a través de sus contribuciones en aspectos culturales, como salud y bienestar, arte, prácticas religiosas y espirituales, así como la educación, el aprendizaje y la generación de conocimiento (Harris & Defeo, 2022).

Sin embargo, estos ecosistemas y, en consecuencia, los servicios que proveen, están siendo afectados negativamente por tres agentes estresores que actúan en sinergia: (1) el cambio climático y sus efectos asociados (Barnard et al., 2015; Orlando et al., 2019); (2) la intensificación en el uso de recursos ante escenarios de manejo inadecuados (Bavinck, et al 2017; Pilkey et al., 2022; Rangel-Buitrago et al., 2023); y (3) el incremento en la urbanización y el desarrollo industrial (Seto et al., 2012). Estos efectos se engloban en un proceso denominado “triple golpe”, haciendo referencia a estas tres grandes amenazas que están enfrentando los ecosistemas costeros (Defeo & Elliott, 2021). Dichas amenazas han llevado a una disrupción, fragmentación y sustitución de los ecosistemas arenosos costeros (Reyes-Martínez et al., 2015; Defeo et al., 2021), disminuyendo su capacidad de generar servicios ecosistémicos en calidad y cantidad (Defeo & Elliott, 2021).

El uso indiscriminado de recursos y la intensificación de la urbanización afectan a los servicios culturales de las playas arenosas, dado que son ambientes muy accesibles y populares para la recreación (Luijendijk et al., 2018; da Silva Neto et al., 2019; Defeo et al., 2021; Harris & Defeo, 2022). Si estas actividades no son gestionadas adecuadamente, causan efectos negativos significativos tanto en el componente físico como en el biológico, pudiendo desestabilizar el ecosistema (da Silva Neto et al., 2019). Particularmente, el aumento de residentes y turistas estivales impone una presión mayor sobre las playas, emergiendo como un problema ambiental significativo en las costas urbanizadas (Orlando et al., 2020). Por tanto, es necesario generar pautas de manejo para controlar los niveles de uso o el número de usuarios, enfocándose en el uso específico de las diferentes secciones de la playa según su naturaleza, y controlando los medios de acceso y la capacidad de carga (McLachlan et al., 2013).

Las playas arenosas constituyen sistemas social-ecológicos (SES; Ostrom, 2009), que incluyen componentes biogeofísicos (e.g. unidades de recurso, ecosistema, ambiente) y humanos relacionados con aspectos sociales, económicos e institucionales (Defeo et al., 2021). Estos sistemas complejos requieren considerar tanto los componentes biogeofísicos como humanos para gestionar los posibles impactos a largo plazo sobre estos SES (Elliott et al., 2017). Por esta razón, se han desarrollado aproximaciones metodológicas que incluyen la cuantificación de índices biofísicos y socioeconómicos claves para comparar playas e identificar áreas a ser consideradas para conservación, recreación o uso múltiple (McLachlan et al., 2013; McLachlan & Defeo, 2018). Mediante estas técnicas es posible evaluar el valor potencial de conservación

y/o recreación de las playas, utilizando un amplio conjunto de factores físicos, ecológicos y socioeconómicos para realizar una correcta planificación, manejo y monitoreo de las playas.

El análisis específico de cómo las actividades humanas afectan la biodiversidad de playas arenosas incluye el estudio de bioindicadores a diferentes niveles de organización ecológica. Particularmente, los monitoreos de la calidad ecológica de playas arenosas han utilizado especies bentónicas como bioindicadores de cambio a nivel poblacional (Defeo & de Álava, 1995; Celentano & Defeo, 2016), comunitario (Borja et al., 2000, 2015; Checon et al., 2023) y ecosistémico (Jorge-Romero et al., 2021). Una aproximación rigurosa para la cuantificación de los posibles efectos de presiones antrópicas se basa en la evaluación de dichas presiones antes y después de su ocurrencia, tanto en sitios control como impactados (Before/After/Control/Impact: BACI; Underwood, 1991). Esta aproximación permite explorar un gran rango de respuestas de diversos bioindicadores, incluyendo cambios en abundancia, diversidad, riqueza, biomasa o condición corporal de los organismos (Torres et al., 2011). Se ha demostrado que la abundancia de macroinvertebrados es menor en playas arenosas impactadas que en sitios sin impacto (generalmente usados como sitios de referencia o control) (Costa et al., 2020). En particular, el número de turistas tiende a afectar negativamente a la fauna bentónica, en especial su densidad (Velooso et al., 2006; Reyes-Martínez et al., 2015). Sin control adecuado, estas actividades pueden alterar el ecosistema, ya que afectan el sistema de dunas y las características naturales de las playas, reducen las fuentes de alimento y calidad de hábitat, y generan efectos en cascada que alcanzan otros componentes faunísticos, como aves costeras y peces (Defeo et al., 2009).

En Uruguay, la franja costera abarca aproximadamente 700 km y comprende los departamentos de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, presentando los dos últimos ecosistemas oceánicos (Gutiérrez & Panario, 2017). Esta franja se caracteriza por presentar playas arenosas bordeadas de dunas y separadas por puntas rocosas (Gutiérrez & Panario, 2017). En particular, el sistema costero comprendido entre La Coronilla y Barra del Chuy (Rocha) constituye una playa arenosa extensa que se encuentra delimitada por dos descargas de agua dulce, una natural (Arroyo Chuy); y una artificial (Canal Andreoni, CA) que descarga aguas desde fuentes residuales y agrícolas, afectando la calidad del balneario La Coronilla (Jorge-Romero et al., 2019). Este sistema presenta relevancia socioeconómica ya que comprende diversos balnearios turísticos de importancia para el país (Barra del Chuy y La Coronilla), separados entre sí por una zona sin acceso ni infraestructura turística (sitio Control en este estudio).

En dicho sistema se ha estudiado el efecto del CA en la macrofauna bentónica a nivel comunitario (Lercari et al., 2002; Lercari & Defeo, 2003, 2006) y poblacional (Defeo & de Álava, 1995; Defeo, 1998; Defeo et al., 2001; Celentano & Defeo, 2016), así como el estudio de la percepción de diferentes locales sobre múltiples problemáticas del sitio (Gianelli et al., 2021). Sin embargo, no se ha evaluado el efecto a largo plazo de la descarga de este canal en conjunto con otras actividades antrópicas que afectan este cinturón (e.g. turismo, recreación, urbanización), ni se ha evaluado cómo estas podrían afectar a la macrofauna bentónica. Este trabajo evalúa el efecto de actividades antrópicas en el SES costero La Coronilla – Barra del Chuy, integrando conocimiento científico y tradicional. A tales efectos, se utilizó un abordaje de métodos mixtos, integrando el estudio ecológico basado en información científica de largo plazo con técnicas de elicitación de expertos y entrevistas a actores locales con el fin de recabar la percepción del conocimiento tradicional.

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes actividades antrópicas sobre descriptores ecológicos y la percepción de la calidad ambiental en tres sitios del SES La Coronilla-Barra del Chuy con diferente grado de intervención antrópica, mediante un abordaje de métodos mixtos integrando conocimiento científico y tradicional.

2.1.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar los tres sitios según su valor para la conservación y recreación, utilizando técnicas de elicitación de expertos e información satelital.
2. Evaluar la percepción de diferentes actores locales acerca de las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas a largo plazo en los tres sitios del SES.
3. Cuantificar las tendencias a largo plazo de los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica en los tres sitios.

2.2 Hipótesis general de trabajo

Las actividades antrópicas tienen un impacto negativo significativo y diferencial sobre los descriptores ecológicos y percepción de la calidad ambiental en los sitios del SES La Coronilla-Barra del Chuy dependiendo del grado de intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.

2.2.1 Hipótesis y predicciones específicas

1. El valor de conservación y la intervención antrópica en los sitios se relacionará de forma negativa, siendo los sitios con mayor potencial para la conservación aquellos con poca o nula infraestructura turística, urbanización u obras de ingeniería.
2. La percepción de los actores locales sobre las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas diferirá entre sitios. Se predice una mayor percepción de los impactos negativos en los sitios con mayor intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.
3. Las tendencias a largo plazo de los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica variarán significativamente entre los sitios estudiados, prediciéndose una disminución en la diversidad y abundancia en función de la intensidad de uso e intervención antrópica en el siguiente orden: Control > Barra del Chuy > La Coronilla.

3. Metodología

3.1 Área de estudio

El sistema costero comprendido entre La Coronilla y Barra del Chuy (Rocha) constituye una playa arenosa disipativa de 22 km. Dicha playa se encuentra delimitada por dos descargas de agua dulce, una natural noreste (Arroyo Chuy; Fig. 1a); y una artificial al suroeste (CA; Fig. 1b-c) (Jorge-Romero et al., 2019). La playa comprendida entre La Coronilla y Barra del Chuy alberga la mayor biomasa, diversidad, riqueza y abundancia de macrofauna de la costa uruguaya, lo cual le brinda gran relevancia ecológica (Lercari & Defeo, 2006, 2015). Este sistema presenta relevancia socioeconómica, ya que incluye el desarrollo de la pesquería artesanal de almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Gianelli et al., 2021) y diversos balnearios turísticos de importancia para el país. Dicho sistema muestra un gradiente diferencial de intervención antrópica: (1) un extremo (La Coronilla) urbanizado, que sostiene actividades turísticas y es afectado por una perturbación de presión impuesta por la descarga de agua dulce proveniente del CA (Fig. 1c-d); (2) una zona central con baja actividad antrópica debido a la ausencia de accesos cercanos (Fig. 1e-f); y (3) otro extremo, al noreste, también urbanizado y con actividades turísticas estivales (Barra del Chuy; Fig. 1g-h).

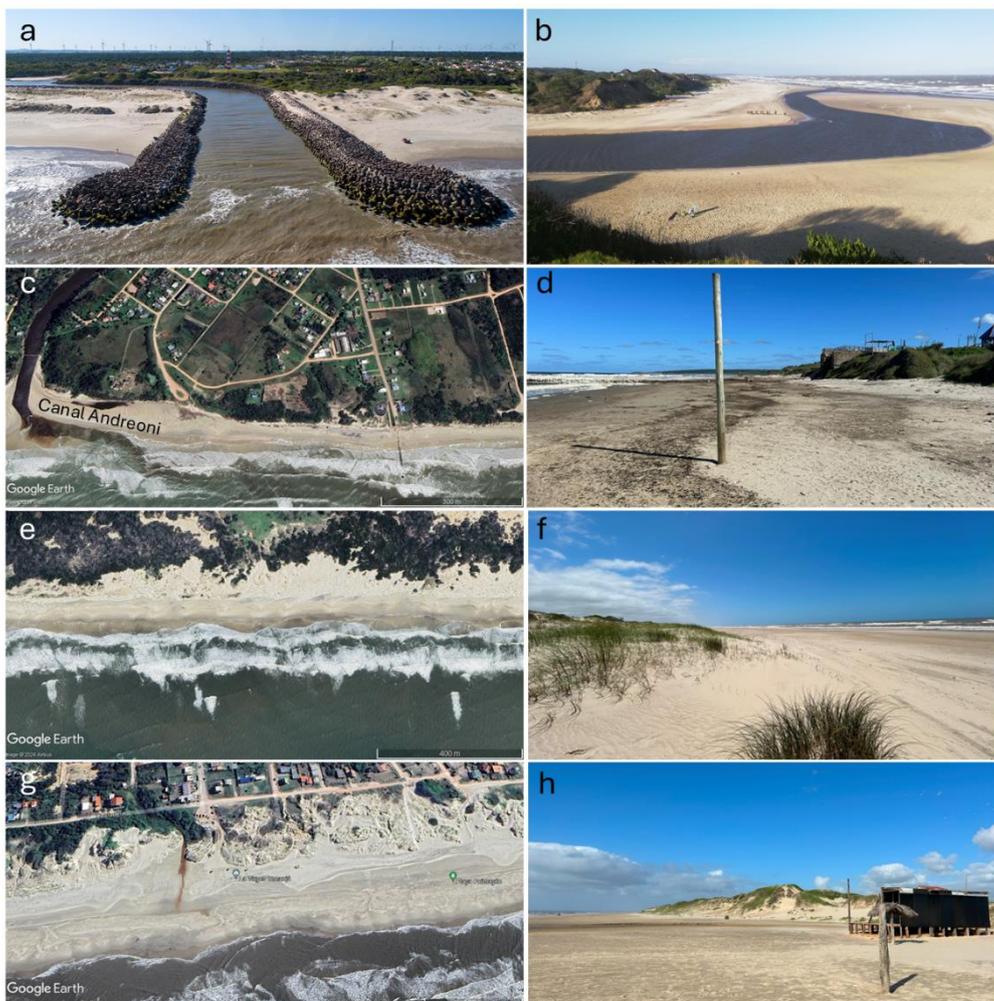


Figura 1. Fotografías de (a) Arroyo Chuy (extraída de Uruguay Desde Lo Alto), (b) Canal Andreoni (Sofía Bausero-Jorcín), (d) La Coronilla, (f) zona sin acceso entre La Coronilla y Barra del Chuy y (h) Barra del Chuy. Imágenes

satelitales de (c) La Coronilla, (e) zona sin acceso entre La Coronilla y Barra del Chuy, y (g) Barra del Chuy, obtenidas a través de Google Earth. Fotografías d, f y g: Julieta Olalde.

Se evaluaron 3 sitios en el sistema costero La Coronilla–Barra del Chuy, Rocha, Uruguay (Fig. 2): uno de ellos con mayor infraestructura turística (Barra del Chuy, km 3 al 5¹), otro sin infraestructura turística (Control, km 9 al 11), y un tercer sitio con infraestructura turística que también recibe descargas de aguas residuales y agrícolas del CA (La Coronilla, km 21 al 23).



Figura 2. (a) Uruguay con el área de estudio marcada en el recuadro negro. (b) Área de estudio resaltando los tres sitios: La Coronilla (■), Control (●) y Barra del Chuy (▲). Los recuadros grises oscuros corresponden a los centros urbanos. Elaboración propia.

3.2 Caracterización de los sitios

3.2.1 Información satelital y ancho de playa

Con el fin de evaluar el Objetivo Específico (OE) 1², se utilizó información satelital de luces nocturnas (densidad de luces observadas en la noche) como indicador indirecto de uso y densidad humana (Small & Nicholls, 2003; Zhou et al., 2014). Se analizaron datos satelitales mensuales de luces nocturnas a largo plazo (2014-2023), que fueron extraídos de la banda estable de luces nocturnas del Programa de Satélites Meteorológicos de Defensa (DMSP)/ Sistema de Escaneo Lineal Operacional (OLS) a través de bases de datos de libre acceso de Google Earth Engine (Gorelick et al., 2017). Estos datos se obtuvieron para 9 transectos establecidos (3 por sitio), que abarcaron desde aproximadamente la zona de colapso de la ola hasta la primera calle luego de la playa.

¹ Los kilómetros hacen referencia a la distancia desde el Arroyo Chuy en dirección hacia el Canal Andreoni. El sitio Barra del Chuy incluye la localidad conocida como Puimayen.

² OE 1: El valor de conservación y la intervención antrópica en los sitios se relacionará de forma negativa, siendo los sitios con mayor potencial para la conservación aquellos con poca o nula infraestructura turística, urbanización u obras de ingeniería.

A partir de los muestreos estandarizados del gremio de filtradores intermareales (ver sección [3.3.2](#)), se extrajo información del ancho de playa medido *in situ*, con el fin de obtener una media anual a largo plazo (1983-2024) para cada sitio.

3.2.2 Elicitación de expertos

A efectos de evaluar el OE 1³, se consultó a 12 expertos que han estudiado el SES La Coronilla-Barra del Chuy y desarrollan sus líneas de investigación en sistemas costeros y oceánicos, acerca de aspectos relacionados con la conservación y recreación. Esto permitió estimar el Índice de Valor de Conservación (IVC) y el Índice de Valor de Recreación (IVR) desarrollados por McLachlan et al. (2013), en cada sitio.

El IVC está determinado por tres factores (McLachlan et al., 2013): (1) el estado y extensión de las dunas, su vegetación y conexión con la playa, donde campos dunares sin perturbaciones, con vegetación autóctona bien desarrollada, son mejor evaluados que dunas remplazadas por estructuras de ingeniería, gravemente perturbadas o con invasión de especies exóticas; (2) la ocurrencia de especies raras o en peligro de extinción, y de especies emblemáticas particularmente susceptibles a perturbaciones; y (3) la abundancia y diversidad de la macrofauna bentónica, considerando que las playas disipativas presentan mayor riqueza específica y abundancia de macrofauna que las playas reflectivas (McLachlan & Dorvlo, 2005), estas últimas podrán poseer menor valor de conservación. Por tanto, el IVC incluye un sistema de puntuación que varía entre 0 y 10, de forma incremental según la importancia del sitio para la conservación (Tabla 1).

Tabla 1. Índice de Valor de Conservación (IVC) y los puntajes correspondientes a cada factor de acuerdo con McLachlan et al. (2013).

CATEGORÍA	CONDICIÓN Y PUNTAJE					
DUNAS	0 Ausente, reemplazada por estructuras duras de ingeniería	1 Severamente perturbada y extensión limitada	2 Perturbación extensiva	3 Perturbada pero ampliamente intacta	4 Bien desarrollada, poca perturbación	5 Prístina y extensa
ESPECIES EMBLEMÁTICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	0 Ausentes	1 Presentes en bajo número, no anidación	2 Presentes en buen número, tal vez anidación	3 Anidación/desove presentes en gran número		
ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD MACROBENTÓNICA	0 Baja abundancia, playa reflectiva y/o angosta	1 Intermedia	2 Rica en especies y abundantes, playa disipativa			
PUNTUACIÓN TOTAL	Rango 0 - 10					

El IVR de una playa integra tres factores (McLachlan et al., 2013): (1) infraestructura disponible para actividades de recreación; (2) seguridad y estado sanitario de la playa (e.g. grado de peligrosidad de bañarse y/o presencia de contaminantes), siendo más seguros los sitios mejor evaluados; y (3) la capacidad de carga física, directamente relacionada con la extensión del sitio,

³ OE 1: El valor de conservación y la intervención antrópica en los sitios se relacionará de forma negativa, siendo los sitios con mayor potencial para la conservación aquellos con poca o nula infraestructura turística, urbanización u obras de ingeniería.

siendo los sitios más amplios, capaces de soportar mayor cantidad de usuarios. El sistema de puntuación toma como sitios con valor para la recreación intensiva a aquellos que poseen desarrollada infraestructura turística (acceso simple, amplio estacionamiento, baños, duchas, canchas deportivas, paradores, etc.), siendo mejor evaluados que los sitios con menor infraestructura (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de Valor de Recreación (IVR) y los puntajes correspondientes a cada factor de acuerdo a McLachlan et al. (2013).

CATEGORÍA	CONDICIÓN Y PUNTAJE					
INFRAESTRUCTURA	0 No infraestructura, difícil acceso	1 No infraestructura, acceso limitado	2 infraestructura modesta, acceso razonable	3 Buen acceso y algunas facilidades	4 Buena infraestructura	5 Excelente acceso, estacionamiento y facilidades, incluyendo guardavidas
SEGURIDAD Y SALUD	0 Extremadamente peligroso y/o contaminado	1 Peligroso y/o contaminado	2 Mayormente seguro y limpio	3 Baño seguro, limpia y libre de contaminación		
CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA	0 Limitada, playa de bolsillo, sin zona supralitoral	1 Intermedia	2 Playa extensa con amplia zona supralitoral			
PUNTUACIÓN TOTAL	Rango 0 – 10					

Cada experto completó una tabla (Tabla 1A en [Anexo](#)) que reunía todos los aspectos de las Tablas 1 y 2, asignando puntajes para poder estimar los IVC e IVR para cada sitio. A partir de la información provista por cada experto, se calculó la media y error estándar de los índices, con el fin de tener un único valor por sitio que permitió evaluar si los sitios poseen potencial para uso mixto, conservación o recreación.

3.2.3 Conocimiento tradicional

Para evaluar el OE 2⁴, se elaboraron cuestionarios semiestructurados con preguntas estructuradas tipo Likert y preguntas abiertas, que sirvieron de base para entrevistar a 16 residentes (Cuestionario 1A en [Anexo](#)), 20 turistas recurrentes (propietarios) (Cuestionario 1A en [Anexo](#)), y 13 operadores turísticos (trabajadores de paradores, comercios locales, inmobiliarias, empresas de transporte, etc.) (Cuestionario 2A en [Anexo](#)), acerca de su percepción sobre las actividades turísticas en los sitios estudiados. Los entrevistados fueron seleccionados si cumplían la premisa de haber trabajado, vivido o visitado los sitios de forma continua desde al menos 20 años. La mayoría de los entrevistados había conocido los sitios durante 40 años o más.

Se consultó únicamente a residentes y turistas sobre su percepción acerca de cambios en la abundancia y tamaño corporal de las especies más icónicas o emblemáticas de la macrofauna del SES (la almeja amarilla: *Mesodesma mactroides*, el berberecho: *Donax hanleyanus* y el

⁴ OE 2: Evaluar la percepción de diferentes actores locales acerca de las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas a largo plazo en los tres sitios del SES.

tatucito: *Emerita brasiliensis*), ya que visitan la playa de forma más recurrente que los operadores turísticos. En particular, se consultó si las consideran en aumento, disminución o sin variación durante el tiempo que llevan en el sitio (Cuestionario 1A en [Anexo](#)). También se consultó su percepción acerca de la variación en el tiempo de la abundancia de aves en general (sin especificar especies) en los sitios, siguiendo el mismo razonamiento anterior (Cuestionario 1A en [Anexo](#)). Para dichas entrevistas se pidió el consentimiento personal de los entrevistados para utilizar sus respuestas en esta Tesina y en futuras publicaciones científicas asociadas a ella.

3.3 Descriptores ecológicos

3.3.1 Descriptores a nivel comunitario

Se realizaron dos muestreos de macroinvertebrados bentónicos en cada sitio, uno previo al inicio de la temporada turística (diciembre 2023) y otro luego de finalizada dicha temporada (abril 2024). La realización de dichos muestreos contó con la aprobación del Permiso de colecta científica por parte de la Dirección Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (DINABISE) del Ministerio de Ambiente. Estos muestreos biológicos se desarrollaron en 3 transectos perpendiculares a la línea de costa, desde la base de la duna hasta el límite inferior de la zona de swash⁵, en cada sitio. Las muestras se extrajeron cada 4 m, utilizando un cilindro de chapa de 27 cm de diámetro que se insertó hasta 40 cm de profundidad. Las muestras se tamizaron a través de una malla de 0.5 mm y los organismos retenidos fueron fijados en formol al 4%. En el laboratorio, se realizó el conteo, pesado de los organismos y la identificación de especies.

En cada evento de muestreo se midieron, *in situ*, las características ambientales de la playa, como la pendiente (Emery, 1961), la compactación del sedimento (utilizando un penetrómetro), la temperatura y salinidad del agua (a través de un termosalinómetro - EcoSense E300-), y la fluorescencia del agua, a través de un fluorómetro (Aquafluor de Turner Designs). Se recabó la información proveniente de los dos canales de medición de dicho fluorómetro: el Canal A (Fluorescencia A), que mide la fluorescencia emitida por la Clorofila a (pigmento presente en el fitoplancton); y el Canal B (Fluorescencia B), el cual mide la fluorescencia emitida por la ficocianina (pigmento presente en las cianobacterias) (Cremella et al., 2018). También se tomaron 3 muestras de sedimento para luego, en el laboratorio, determinar el porcentaje de humedad y materia orgánica por diferencia de pesos entre las muestras húmedas, secas e incineradas (respectivamente), y el tamaño de grano mediante análisis granulométrico (Folk & Ward, 1957).

Este diseño de muestreo ha sido empleado por el Laboratorio de Ciencias del Mar - UNDECIMAR (Facultad de Ciencias, UdeLaR) en el sitio Control y en La Coronilla, con muestreos aperiódicos, desde hace 40 años, lo que permitió realizar un análisis comunitario a largo plazo. En Barra del Chuy estos muestreos estandarizados sólo se realizaron en el año 2012, información que fue integrada al análisis de largo plazo.

Para cada sitio se calculó la abundancia (total y relativa por especie), riqueza de especies, biomasa (total y por especie), índices de diversidad ecológica H' (Shannon-Wiener), Simpson (D), Equitatividad (Pielou), Hill, dominancia e Índice Biótico Marino de AZTI (AMBI, por sus siglas en inglés; Borja et al., 2000) (Tabla 3). La riqueza de especies se calculó como la sumatoria de

⁵ Swash: zona de avance y retroceso del agua en la orilla, luego de que la ola rompe y colapsa contra el fondo.

todas las especies presentes por evento de muestreo, a partir de la cual se obtuvo la media anual y su correspondiente error estándar. Los valores más altos en las métricas mencionadas indican comunidades más ricas y diversas, excepto en el caso de AMBI, cuyos valores mínimos corresponden a comunidades en condiciones normales, mientras que los valores más altos corresponden a comunidades empobrecidas (Borja et al., 2000).

Tabla 3. Índices diversidad empleados en este trabajo. S: riqueza de especies; Pi: proporción relativa de cada especie. G: grupo de sensibilidad de las especies según AZTI, siendo I los más sensibles y V los más tolerantes a disturbios en el ambiente (Borja et al., 2000).

Índices	Fórmula
Shannon-Wiener	$-\sum \ln(P_i) \times P_i$
Simpson	$1/\sum P_i^2$
Equitatividad	$1/\sum P_i^2 \times 1/S$
Hill (N1)	$e^{-\sum \ln(P_i) \times P_i}$
Hill (N2)	$1/\sum P_i^2$
AMBI	$\{(0 \times \% GI) + (1.5 \times \% GII) + (3 \times \% GIII) + (4.5 \times \% GIV) + (6 \times \% GV)\} / 100$

3.3.2 Descriptores a nivel poblacional

Las especies que componen el gremio de filtradores intermareales del SES estudiado (*M. mactroides*, *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*) aportan la mayor biomasa en la comunidad macrofaunística del cinturón costero analizado (Brazeiro & Defeo, 1996; Lercari & Defeo, 2003). Dichas especies han sido analizadas por UNDECIMAR desde 1983 (Defeo & de Álava, 1995; Defeo, 1998; Defeo et al., 2001; Celentano & Defeo, 2016, entre otros).

Estas especies han sido evaluadas según un muestreo estandarizado que consiste en 22 transectos iguales a los utilizados para los muestreos de comunidades, pero separados entre sí por 1 km. Las muestras son tomadas siguiendo el mismo procedimiento que en los muestreos de comunidad excepto que sólo las especies que conforman el gremio son analizadas en el laboratorio (identificación de especies, conteo, pesado y medición del largo máximo). Dicho muestreo se ha realizado con una periodicidad de al menos dos veces al año.

Para la realización de esta Tesina se incluyeron datos anuales promedio de abundancia, biomasa y talla máxima (largo corporal máximo por especie encontrado en cada año) a largo plazo (1983-2024). Sólo se consideraron los transectos correspondientes a los sitios de estudio: km⁶ 3, 4 y 5 para Barra del Chuy; km 9, 10 y 11 para el Control y km 21, 22 y 23 para La Coronilla, obteniéndose así 3 transectos por sitio de estudio, en consonancia con el diseño empleado para el análisis de comunidades y la información satelital.

Se extrajo de los muestreos comunitarios de 2012, 2023 y 2024 información poblacional de *Excirrolana armata* (abundancia y biomasa). Esta fue analizada de forma particular debido a su amplia distribución transversal en la playa (de Álava & Defeo, 1991; Defeo et al., 1992), pudiendo reflejar de forma más marcada los efectos de los impactos estudiados que especies con distribución más acotada (Veloso et al., 2006; Bessa et al., 2014; Reyes-Martínez et al., 2015; Suciú et al., 2018).

⁶ Los kilómetros hacen referencia a la distancia desde el Arroyo Chuy en dirección hacia el Canal Andreoni.

3.4 Análisis de datos

A los datos satelitales, de ancho de playa, de elicitación de expertos (IVC e IVR) y de largo plazo de macrofauna, se les realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con el paquete “stat” (Bolar, 2022) de R, utilizando el sitio como factor principal, y posteriormente se aplicó un análisis *post hoc* LSD Fisher con el paquete “agricolae” de R (de Mendiburu, 2023), para cada variable, debido a que el objetivo principal no era detectar diferencias significativas en el tiempo, sino las diferencias entre los sitios afectados por las actividades antrópicas. Previamente se evaluaron los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianza, aplicándose transformaciones matemáticas a las variables que no cumplieron los supuestos estadísticos. En el caso de la abundancia total comunitaria, y la abundancia de *E. armata*, *M. mactroides* y *D. hanleyanus*, los datos fueron transformados aplicando raíz cuarta ($\sqrt[4]{x}$), mientras que la abundancia de *E. brasiliensis*, la biomasa de *M. mactroides*, *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis* fueron transformados como $\log(x+1)$. La información satelital se relacionó con los índices de elicitación de expertos calculados para cada sitio y con la información tradicional.

Con la información recabada en los cuestionarios a actores locales, se comparó el grado de desarrollo urbano entre los sitios, así como la percepción sobre las actividades turísticas en los sitios estudiados. Esta información fue presentada en un formato de colores de semáforo, y se analizó con el paquete "likert" del software R (Komperda, 2017). Las respuestas de los cuestionarios asociadas a las variaciones de la abundancia y tamaño corporal de la macrofauna se cotejaron con las tendencias históricas de la macrofauna derivadas de los muestreos de largo plazo.

Se empleó el análisis multivariado PERMANOVA (Anderson et al., 2015) para identificar las variaciones en la estructura comunitaria entre sitios (abundancia y biomasa), con el software Primer-6 (Anderson et al., 2015). Este análisis fue complementado con un análisis SIMPER con el fin de identificar especies tipificantes y discriminantes, considerándose como especies tipificantes a aquellas que contribuyen mayormente a la matriz de similitud de abundancia y biomasa entre sitios, y como discriminantes a aquellas que contribuyen en mayor medida a la matriz de disimilitud de abundancia y biomasa entre sitios (Clarke & Gorley, 2006). Las especies tipificantes caracterizan a los sitios en cuanto a su abundancia y biomasa, mientras que las discriminantes diferencian a los sitios entre sí (Clarke & Gorley, 2006). Para realizar los análisis PERMANOVA y SIMPER, los datos de abundancia y biomasa fueron previamente estandarizados.

4. Resultados

4.1 Caracterización de los sitios

La mitad de las variables ambientales medidas *in situ* no presentaron diferencias significativas entre sitios (Tabla 4), pero si se obtuvieron diferencias significativas en la salinidad, la fluorescencia B, la compactación y la pendiente de la playa. Estas cuatro variables ambientales presentaron el mismo patrón, donde Barra del Chuy y el Control no se diferenciaron entre sí, pero presentaron diferencias con La Coronilla. Se observaron valores de salinidad significativamente menores en La Coronilla que en los demás sitios, como resultado de la descarga de agua dulce del CA. La pendiente, la compactación y la fluorescencia B presentaron valores significativamente mayores en La Coronilla que en Barra del Chuy y el Control.

El análisis de luces nocturnas reveló diferencias significativas entre sitios (Fig. 3, Tabla 4): Barra del Chuy presentó mayor actividad nocturna, seguido por La Coronilla y el Control, el cual presentó los valores mínimos. Dado que este parámetro es un indicador indirecto de uso y densidad humana (Small & Nicholls, 2003; Zhou et al., 2014), Barra del Chuy fue el sitio con mayor actividad humana, contrario al Control.

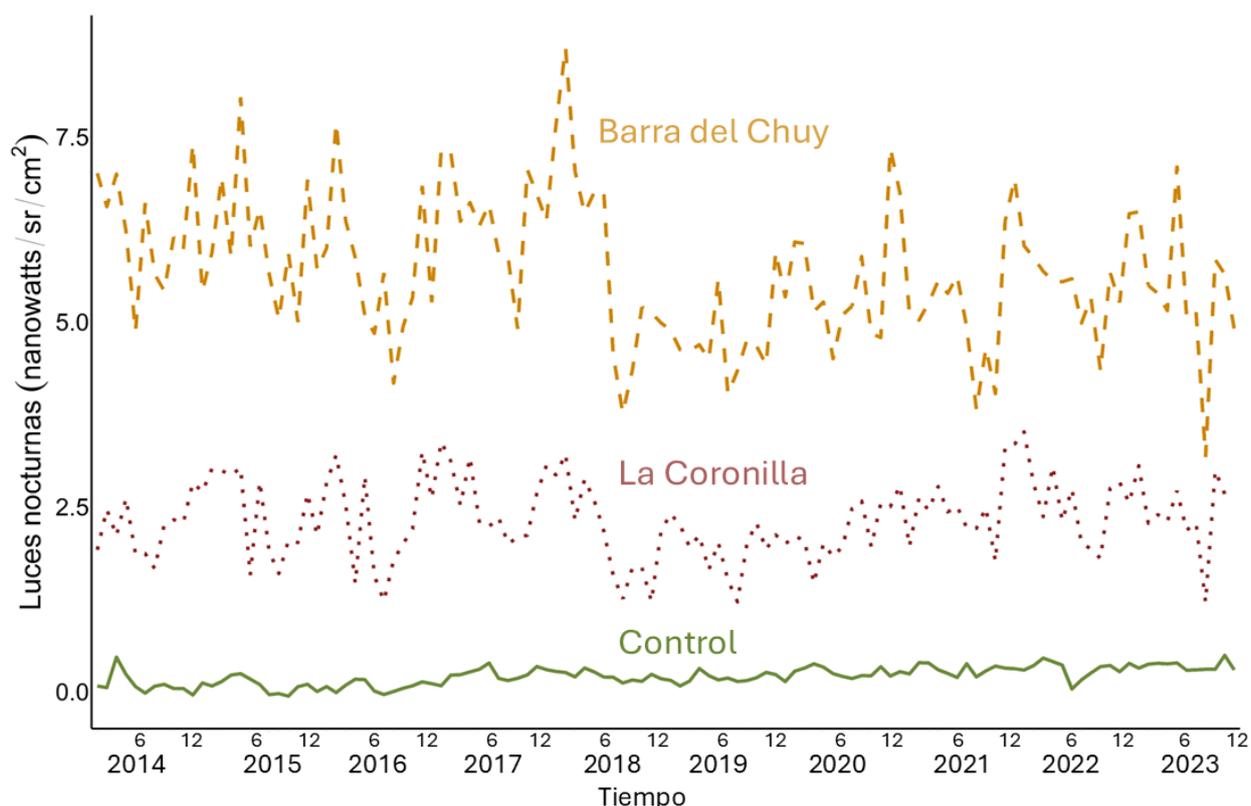


Figura 3. Variaciones mensuales de largo plazo (2014-2023) de las luces nocturnas detectadas satelitalmente en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay). Los números en el eje X corresponden a los meses desde enero a diciembre (1-12) de cada año.

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) de una vía y comparaciones múltiples (Fisher LSD test: $p < 0.05$) para todas las variables entre los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay). En los casos en que las variables fueron transformadas se marca: ° Raíz cuarta de x , °° $\text{Log}(x+1)$, siendo x la variable en cuestión. BC: Barra del Chuy, C: Control, LC: La Coronilla, NS: no significativo.

Variable	F_{valor}	p-valor	Comparaciones múltiples
Físicos			
Pendiente	$F_{(1,88)} = 114.03$	<0.0000	BC = C < LC
Compactación	$F_{(1,88)} = 10.16$	0.0001	BC = C < LC
Salinidad	$F_{(1,88)} = 16.93$	<0.0000	BC = C > LC
Tamaño de grano	NS	NS	NS
Materia orgánica	NS	NS	NS
Humectación	NS	NS	NS
Fluorescencia A	NS	NS	NS
Fluorescencia B	$F_{(1,88)} = 25.86$	<0.0000	BC = C < LC
Ambiente			
Luces nocturnas	$F_{(2,18717)} = 10679.46$	<0.0000	BC>LC>C
Ancho de playa	$F_{(2,406)} = 183.53$	<0.0000	BC=C>LC
IVC	$F_{(2,30)} = 39.56$	<0.0000	C>BC>LC
IVR	$F_{(2,30)} = 15.01$	<0.0000	BC>LC>C
Comunidad			
Riqueza	$F_{(2,50)} = 10.41$	0.0003	BC=C>LC
Abundancia total°	NS	NS	NS
Shannon	NS	NS	NS
Simpson	NS	NS	NS
Equitatividad	NS	NS	NS
AMBI	NS	NS	NS
Hill (N1)	$F_{(2,24)} = 4.01$	0.0314	BC>C=LC
Hill (N2)	$F_{(2,24)} = 3.42$	0.0492	BC>C=LC
Poblaciones			
Abundancia <i>Excitrolana armata</i> °	$F_{(2,6)} = 11.65$	0.0086	C>BC=LC
Biomasa <i>Excitrolana armata</i>	$F_{(2,6)} = 38.005$	0.0004	C>BC>LC
Abundancia gremio°	$F_{(2,144)} = 40.40$	<0.0000	BC=C>LC
Biomasa gremio°	$F_{(2,144)} = 35.77$	<0.0000	BC=C>LC
Abundancia <i>Mesodesma mactroides</i> °	$F_{(2,144)} = 38.57$	<0.0000	BC=C>LC
Abundancia <i>Donax hanleyanus</i> °	$F_{(2,144)} = 23.82$	<0.0000	BC=C>LC
Abundancia <i>Emerita brasiliensis</i> °°	$F_{(2,96)} = 4.08$	0.0199	BC=C>LC
Biomasa <i>Mesodesma mactroides</i> °°	$F_{(2,144)} = 33.15$	<0.0000	BC=C>LC
Biomasa <i>Donax hanleyanus</i> °°	$F_{(2,144)} = 31.37$	<0.0000	BC=C>LC
Biomasa <i>Emerita brasiliensis</i> °°	$F_{(2,96)} = 14.24$	<0.0000	BC=C>LC
Talla máxima <i>Mesodesma mactroides</i>	$F_{(2,104)} = 13.04$	<0.0000	BC=C>LC
Talla máxima <i>Donax hanleyanus</i>	$F_{(2,105)} = 15.04$	<0.0000	BC=C>LC
Talla máxima <i>Emerita brasiliensis</i>	$F_{(2,79)} = 23.17$	<0.0000	BC=C>LC

El ancho de playa fue significativamente mayor en Barra del Chuy y el Control que en La Coronilla (Fig. 4, Tabla 4). A largo plazo (Regresión lineal Fig. 1A en [Anexo](#)) La Coronilla presentó una tendencia decreciente significativa ($p = 0.02$), con una disminución de aproximadamente 0.33 m por año. Barra del Chuy presentó una tendencia creciente significativa ($p = 0.01$), con un aumento de aproximadamente 0.40 m por año. El Control también presentó una tendencia significativa creciente ($p = 0.03$) en el ancho de playa, con un aumento de 0.27 m por año.

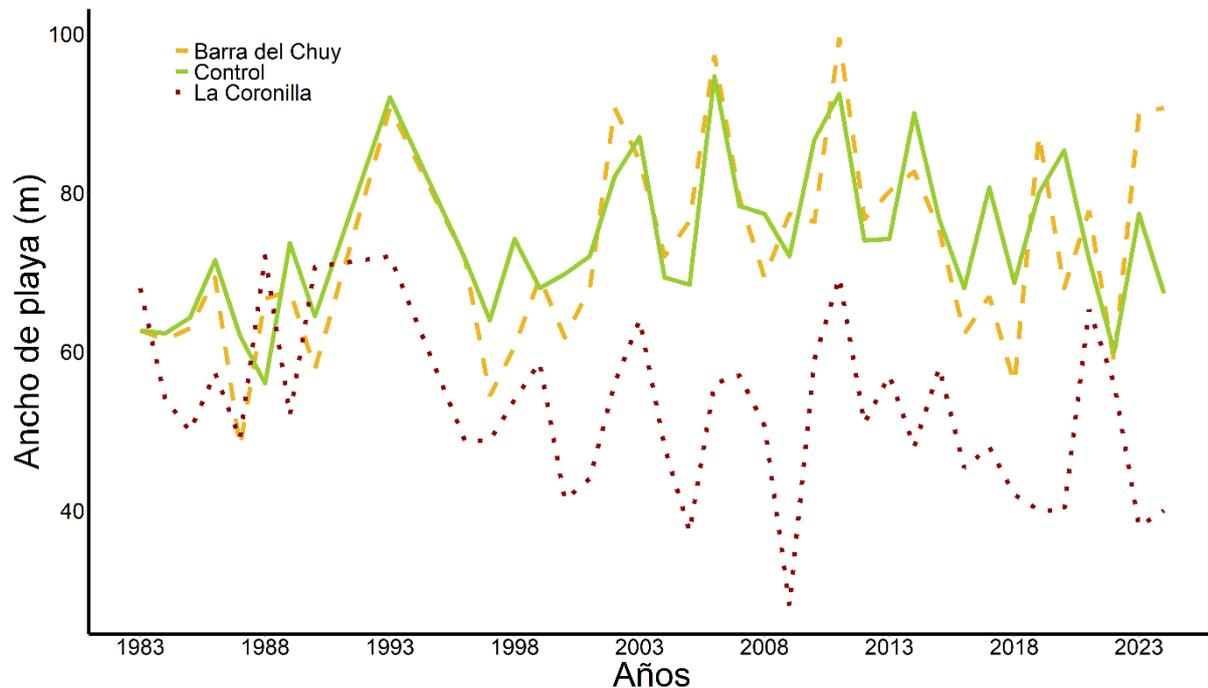


Figura 4. Media anual del ancho de playa (m) para el periodo 1983 - 2024 en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay).

El IVC e IVR mostraron diferencias significativas entre sitios (Fig. 5, Tabla 4). El IVC presentó su máximo en el Control, seguido por Barra del Chuy y luego por La Coronilla (Tabla 1), el cual mostró el menor potencial de conservación. El IVR fue máximo en Barra del Chuy, seguido por La Coronilla con valores intermedios y luego el Control. Estos resultados indican que el desarrollo turístico (asociado al IVR, ver Tabla 2) en Barra del Chuy y La Coronilla es significativamente mayor que en el Control, y que Barra del Chuy posee un desarrollo turístico significativamente mayor que La Coronilla (Tabla 4).

El análisis conjunto de IVC e IVR mostró que los tres sitios presentaron características de playas con uso mixto, implicando que pueden ser gestionados como multipropósito, tanto para recreación como para conservación (Fig. 5). Dentro de la banda de uso mixto, los sitios situados sobre la línea diagonal central (Barra del Chuy y La Coronilla) estarían asociados a esquemas de manejo que priorizan la recreación, mientras que el Control se situó por debajo de la misma, estando mayormente asociado a la conservación (Fig. 5).

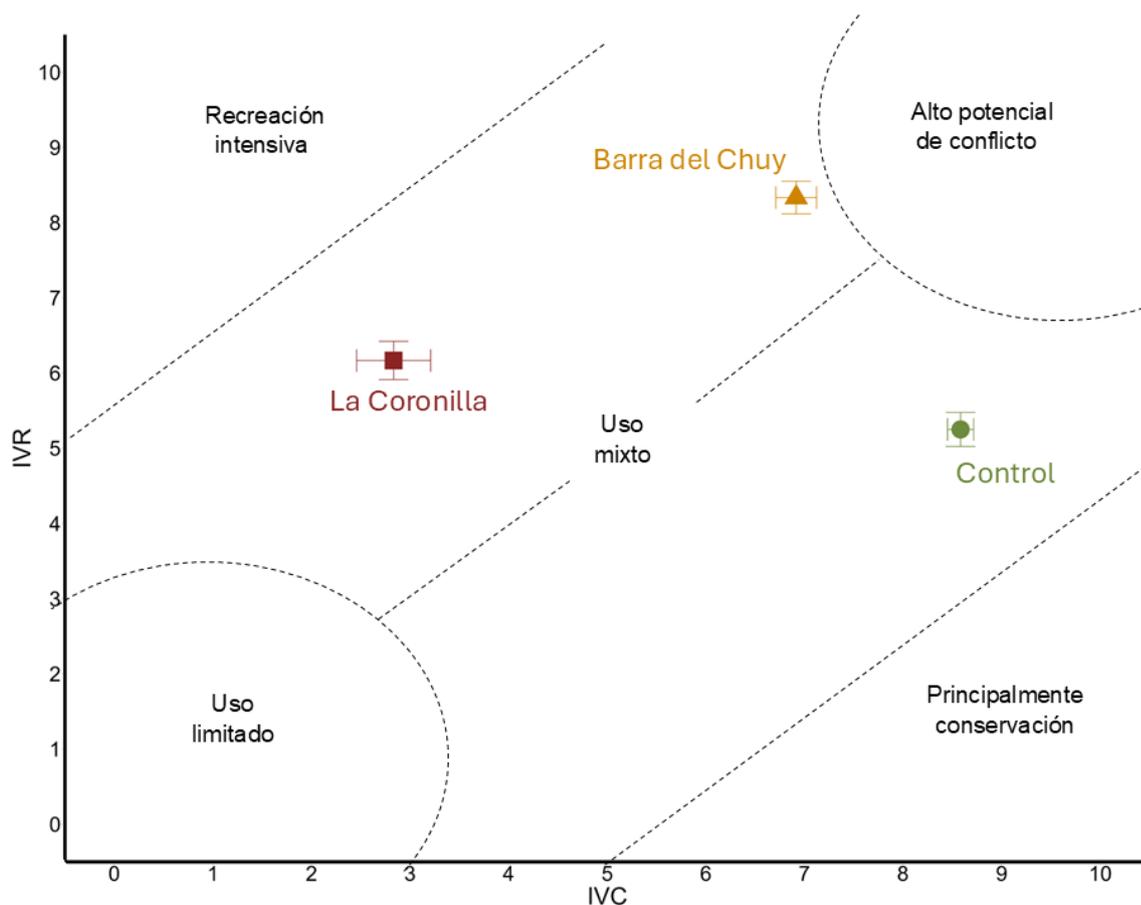


Figura 5. Diagrama de Índice de Recreación (IVR) vs Índice de Conservación (IVC) con las respectivas zonas de uso, asignadas según criterios de McLachlan et al. (2013). Media (\pm error estándar) de la puntuación provista por 12 expertos para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay).

En cuanto a la percepción de los entrevistados sobre las actividades turísticas en los sitios, la mayoría (89%) consideró que Barra del Chuy presenta mayor turismo (como cantidad de turistas que visitan el sitio durante la temporada) que La Coronilla (Fig. 6). Sin embargo, los entrevistados con más edad hicieron la salvedad de que antes de la ampliación del CA, este patrón era contrario. El 74% de los entrevistados consideró que Barra del Chuy presenta mayor infraestructura para el turismo, aunque el 19% estuvo en desacuerdo con esta afirmación debido a ciertas utilidades que presenta La Coronilla (i.e. estación de servicio, cajero automático, etc.).

El 87% de los entrevistados estuvo de acuerdo con la afirmación de que el Control no presenta infraestructura turística. El 75% consideró más extensa la temporada turística en Barra del Chuy que en La Coronilla. Un 54% de los entrevistados respondió que en temporadas actuales hay más turistas que en las anteriores; aunque un 37% consideró lo contrario, reflejando cierta variación en las respuestas de entrevistados de diferentes sitios. En La Coronilla, los entrevistados afirmaron que en temporadas anteriores más turistas visitaban el sitio, mientras que, los entrevistados en Barra del Chuy, consideraron que actualmente hay más turistas que en años anteriores. Nuevamente este patrón fue asociado por los entrevistados a la ampliación del CA y al crecimiento urbanístico de Barra del Chuy en los últimos años.

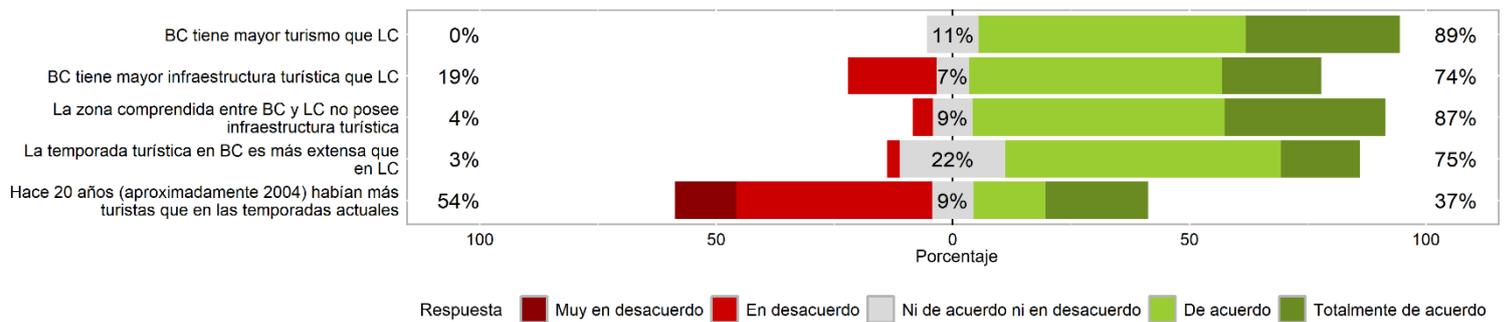


Figura 6. Percepción de los 49 usuarios entrevistados del SES La Coronilla-Barra del Chuy, Rocha, Uruguay (residentes, turistas y operadores turísticos) sobre la caracterización de los tres sitios analizados. BC: Barra del Chuy; LC: La Coronilla.

Cuando se consultó acerca de qué factores relacionaban con las diferencias turísticas entre los sitios, un 49% de los entrevistados lo relacionó a la mayor proximidad de Barra del Chuy con la frontera con Brasil (ciudad de Chuy) y un 30% mencionó la presencia del CA en La Coronilla (Fig. 7). También se relacionaron a las diferencias en la infraestructura turística entre los sitios (8%), a la belleza escénica (5%), a la limpieza (2.6%), al ancho de la playa (2.6%), o a prejuicios de los turistas sobre el estado ambiental de La Coronilla (2.6%).

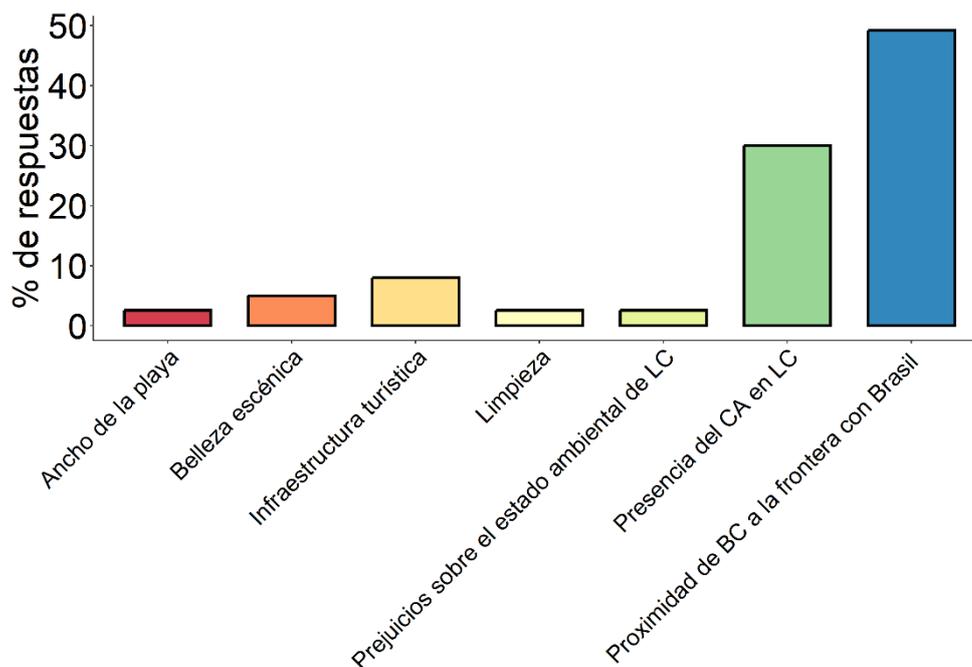


Figura 7. Respuestas acerca de qué factores relacionaban los entrevistados las diferencias de intensidad turística entre los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay). LC: La Coronilla, CA: Canal Andreoni, BC: Barra del Chuy.

4.2 Descriptores a nivel comunitario

La riqueza de especies (Fig. 8) mostró diferencias significativas entre sitios, con Barra del Chuy y el Control presentando valores similares entre sí, pero significativamente mayores que La Coronilla (Tabla 4).

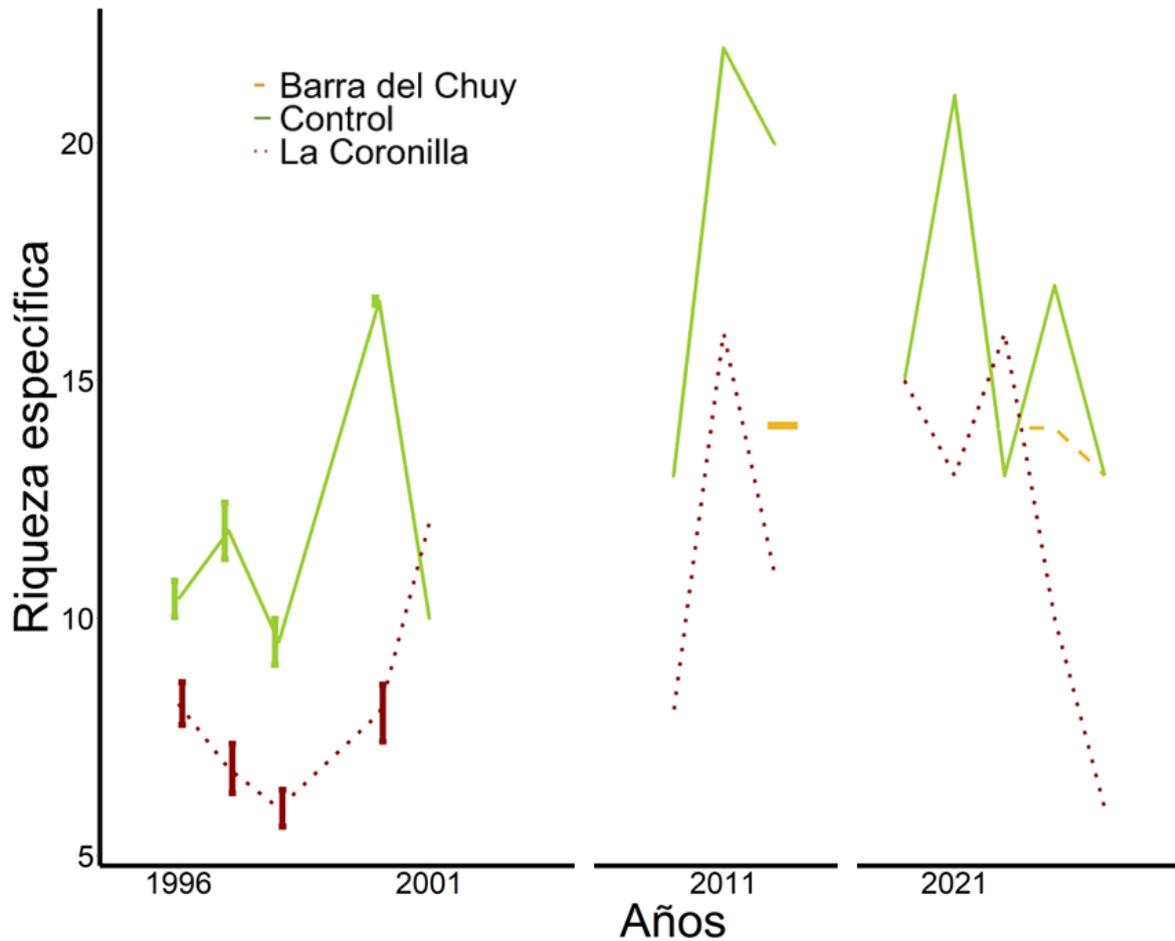


Figura 8. Riqueza específica anual (media \pm error estándar) de la macrofauna bentónica en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay), en los períodos 1996-2001, 2010-2012, 2020-2024 (muestreos comunitarios aperiódicos). El eje X se cortó en los sitios marcados con espacios.

La abundancia total no presentó diferencias significativas entre sitios (Fig. 9, Tabla 4). Sin embargo, exceptuando el año 1997 donde la abundancia del poliqueto *Scolecipis gaucha* generó un outlier de abundancia total en La Coronilla, el Control presentó mayor abundancia total, seguido por Barra del Chuy y luego por La Coronilla.

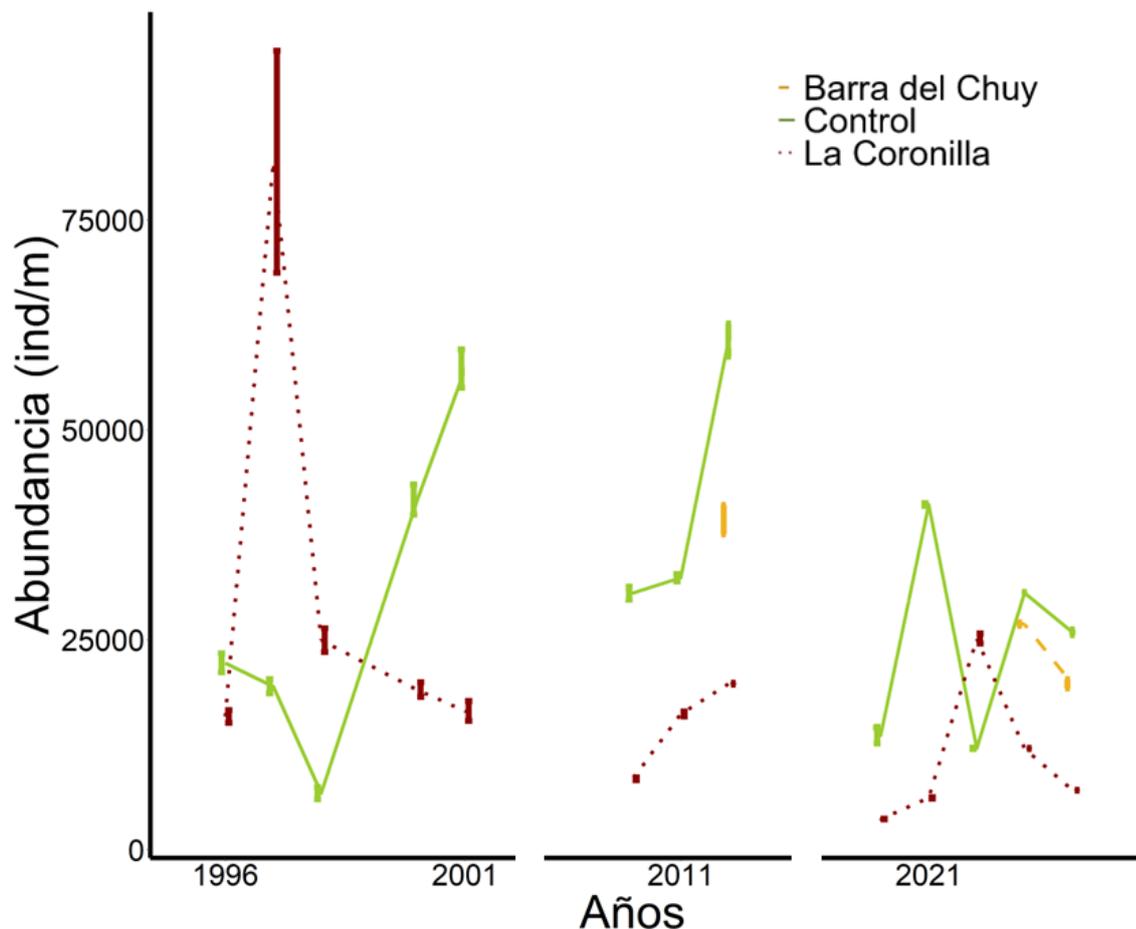


Figura 9. Abundancia total (ind/m) anual de la macrofauna bentónica (media \pm error estándar) en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay), en los períodos 1996-2001, 2010-2012, 2020-2024 (muestreos comunitarios aperiódicos).

Los índices de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson y Equitatividad) no presentaron diferencias significativas entre sitios, con excepción de los índices de Hill (Tablas 4 y 5). Para los índices de Hill, Barra del Chuy presentó valores significativamente mayores que el Control y La Coronilla, siendo estos dos últimos similares entre sí.

Tabla 5. Índices (media) de Shannon-Wiener, Simpson, Equitatividad y Hill para la comunidad macrofaunística de los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024. (Más información: Tabla 2A en [Anexo](#)).

Índices	La Coronilla			Control			Barra del Chuy		
	2012	2023	2024	2012	2023	2024	2012	2023	2024
Shannon-Wiener	1.68	1.12	0.74	1.33	1.26	1.38	1.70	1.40	1.48
Simpson	4.60	2.46	1.63	2.83	2.60	3.35	3.90	3.34	3.67
Equitatividad	0.47	0.34	0.33	0.21	0.25	0.35	0.21	0.34	0.40
Hill (N1)	4.29	3.67	2.11	2.40	3.12	4.02	5.66	3.78	4.42
Hill (N2)	3.59	2.57	1.63	1.78	2.50	3.34	3.90	3.04	3.67

El índice AMBI no presentó diferencias significativas entre sitios (Fig. 10, Tabla 4). Barra del Chuy y el Control mantuvieron valores consistentes, representativos de comunidades bentónicas en condiciones normales en 2012, 2023 y 2024, mientras que La Coronilla presentó comunidades

bentónicas en condiciones normales en 2012, que pasaron a comunidades desbalanceadas en 2023 y comunidades empobrecidas en 2024.

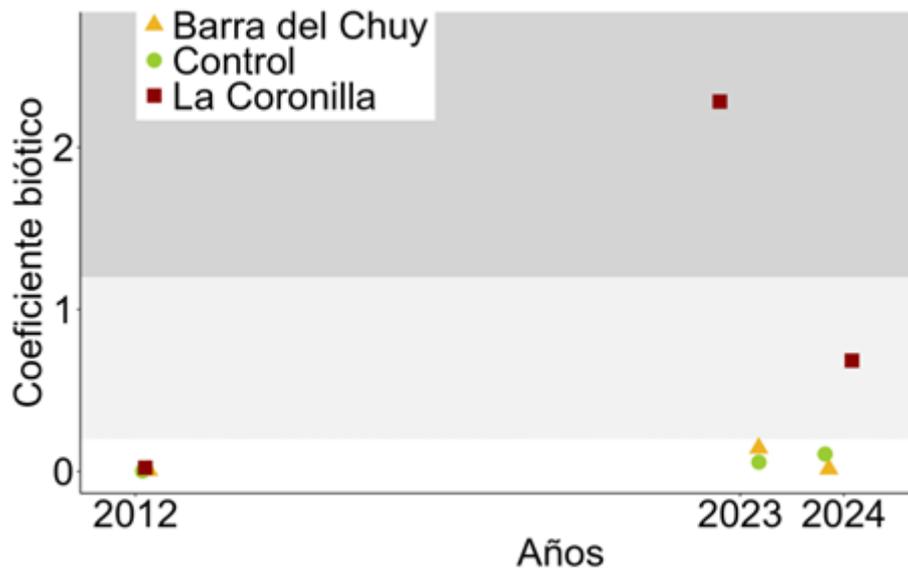


Figura 10. Coeficiente biótico del Índice marino bentónico de AZTI (AMBI) para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024. La zona gris clara corresponde a comunidades empobrecidas, mientras que la zona gris oscura corresponde a comunidades desbalanceadas.

El análisis PERMANOVA no reveló diferencias significativas en la estructura comunitaria basada en la abundancia relativa de las especies entre los sitios, pero sí mostró diferencias significativas en la biomasa relativa entre sitios ($p = 0.026$). Estas diferencias sugerirían variaciones en la estructura de las comunidades, así como eventuales diferencias en el tamaño corporal de las especies.

En 2012 se observó una dominancia en la abundancia del poliqueto *Euzonus furcifera* en Barra del Chuy y el Control, mientras que, en La Coronilla, la dominancia fue compartida entre dicho poliqueto y el isópodo *E. armata* (Fig. 11). En 2023, *E. armata* dominó en Barra del Chuy y el Control, mientras que, en La Coronilla, la dominancia fue compartida entre *E. armata* y el poliqueto *Scoelepis gaucha* (Fig. 11). En 2024, la abundancia de los tres sitios fue dominada por *E. armata* (Fig. 11).

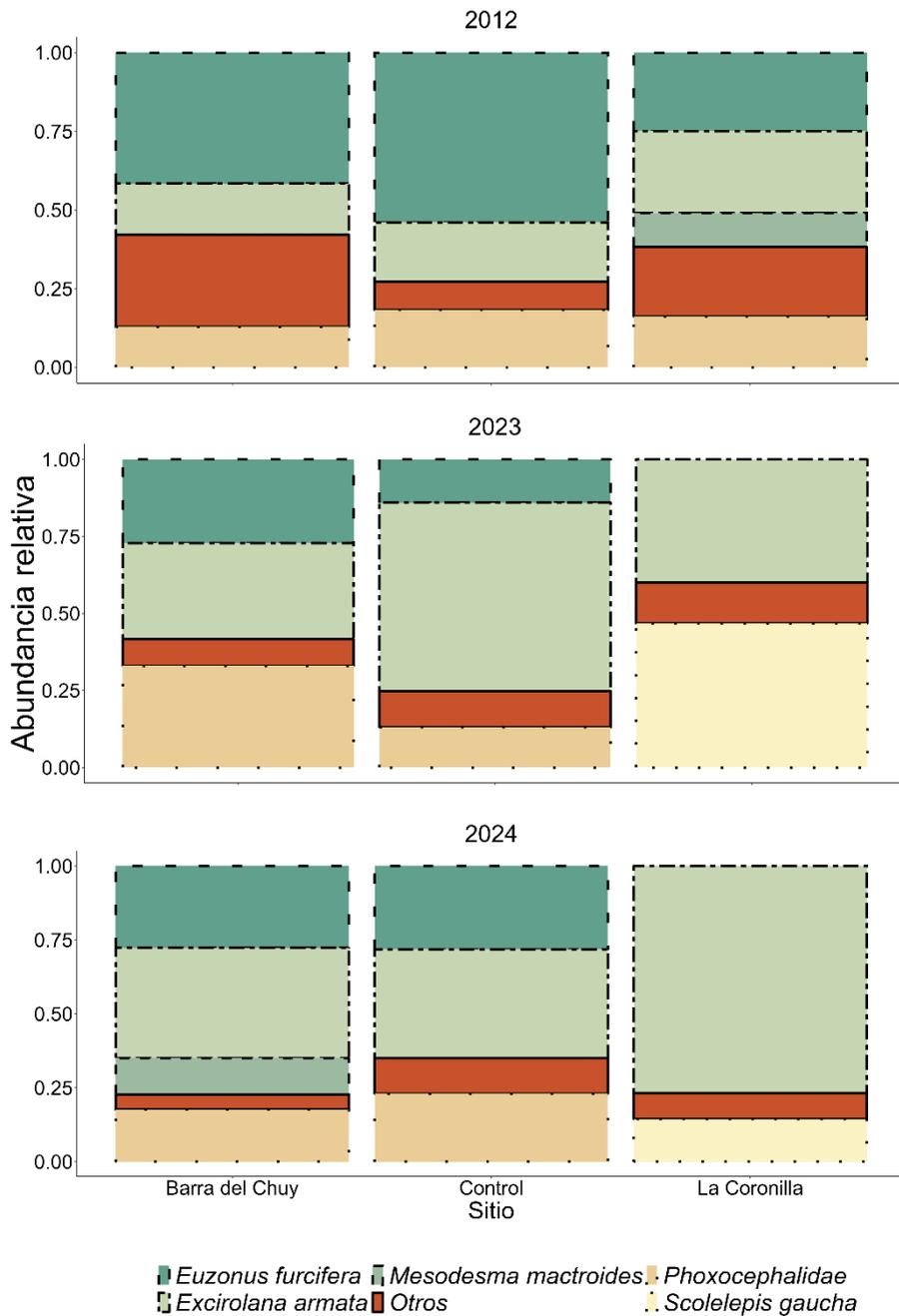


Figura 11. Abundancia relativa de especies principales (contribución individual > 10% de la abundancia total), para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024. Otros: sumatoria de especies que contribuyeron en un 10% o menos a la comunidad macrofaunística.

En términos de biomasa, *M. mactroides* fue la especie dominante en Barra del Chuy en 2012, 2023 y 2024 (Fig. 12). En el Control, la dominancia fue de *E. furcifera* en 2012 y en 2024, y de *E. armata* en 2023 (Fig. 12). La Coronilla presentó dominancia de *M. mactroides* en 2012, y de *E. armata* en 2023 y 2024 (Fig. 12). Se observó mayor importancia de otras especies como *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*, lo cual puede relacionarse con que, estas especies, junto con *M. mactroides*, son las que contribuyeron mayormente a la biomasa de las comunidades bentónicas.

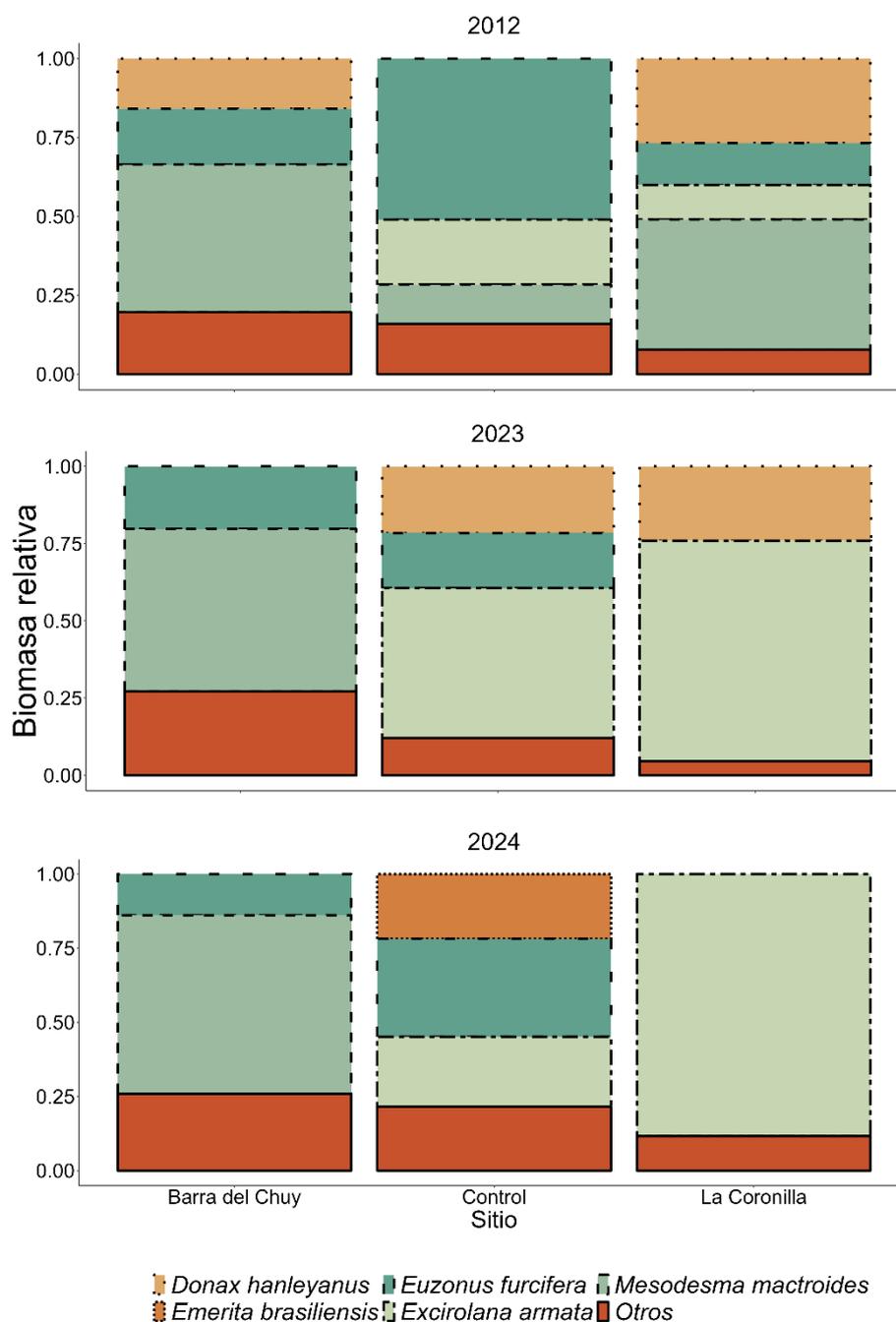


Figura 12. Biomasa relativa de especies principales (contribución individual > 10% de la biomasa total), para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024. Otros: sumatoria de especies que contribuyen en un 10% o menos a la comunidad macrofaunística.

Las especies tipificantes para Barra del Chuy y el Control en términos de abundancia fueron *E. armata*, *E. furcifer* y la familia de crustáceos Phoxocephalidae (similitud > 10%), sin observarse especies discriminantes entre estos sitios (Tabla 6). En La Coronilla, las especies tipificantes fueron *E. armata* y *S. gaucha*, siendo esta última la única especie discriminante de este sitio con respecto a los otros dos.

En la biomasa, las especies tipificantes (Tabla 6) para Barra del Chuy fueron *M. mactroides*, *E. furcifer* y *E. armata*, las del Control fueron *E. furcifer*, *E. armata* y *D. hanleyanus*, mientras

que las de La Coronilla fueron *E. armata* y *D. hanleyanus*. La única especie discriminante fue *M. mactroides* para Barra del Chuy frente a los otros sitios.

Tabla 6. Especies tipificantes y discriminantes de las comunidades macrofaunísticas en cuanto a la abundancia y biomasa para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay), obtenidas a través del análisis PERMANOVA (Anderson et al., 2015). Las flechas indican las especies discriminantes del sitio correspondiente con respecto a los otros.

Abundancia	Barra del Chuy	Control	La Coronilla
Especies tipificantes	<i>Excirolana armata</i> <i>Euzonus furcifera</i> Fam. Phoxocephalidae	<i>Excirolana armata</i> <i>Euzonus furcifera</i> Fam. Phoxocephalidae	<i>Excirolana armata</i> <i>Scolelepis gaucha</i>
Especies discriminantes			←←← <i>Scolelepis gaucha</i>
Biomasa			
Especies tipificantes	<i>Mesodesma mactroides</i> <i>Euzonus furcifera</i> <i>Excirolana armata</i>	<i>Euzonus furcifera</i> <i>Excirolana armata</i> <i>Donax hanleyanus</i>	<i>Excirolana armata</i> <i>Donax hanleyanus</i>
Especies discriminantes	<i>Mesodesma mactroides</i> →→→		

4.3 Descriptores a nivel poblacional

4.3.1 *Excirolana armata*

La abundancia de *E. armata* presentó diferencias significativas entre sitios (Fig. 13a, Tabla 4), con el Control presentando valores significativamente mayores que Barra del Chuy y La Coronilla, estos dos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí. La biomasa de *E. armata* (Fig. 13b) también presentó diferencias significativas entre sitios (Tabla 4), con los valores máximos en el Control, seguido por Barra del Chuy y luego por La Coronilla.

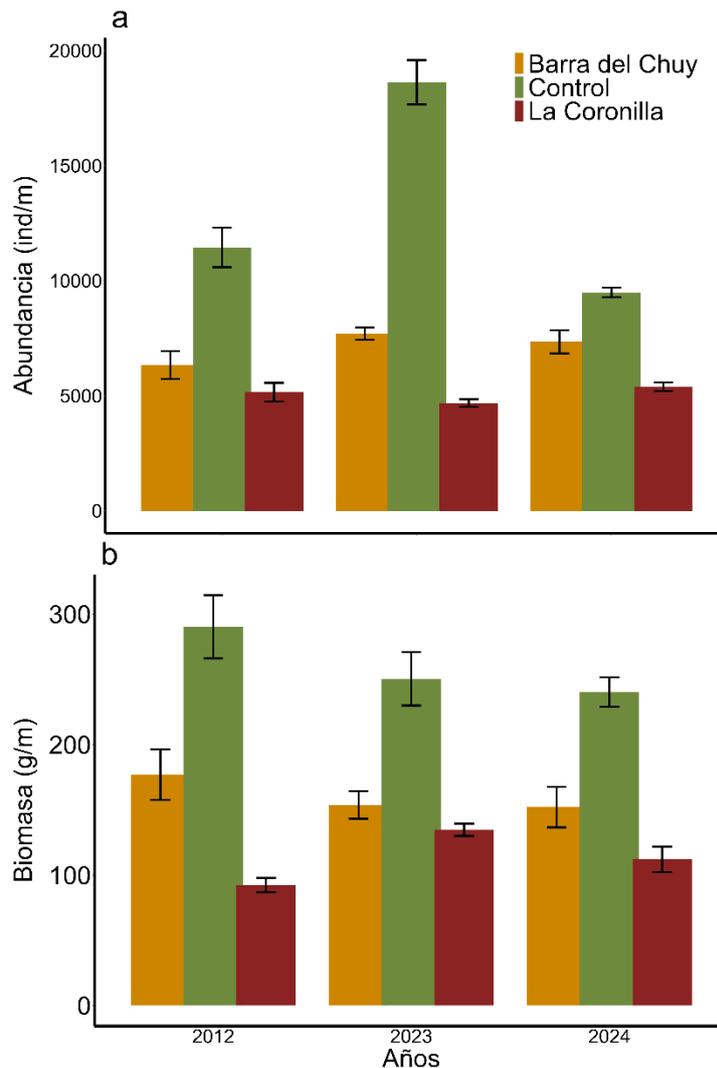


Figura 13. (a) Abundancia (ind/m) y (b) biomasa (g/m) (media \pm error estándar) de *Excirolana armata* en tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024.

4.3.2 Gremio

El gremio de filtradores en su totalidad (*M. mactroides* + *D. hanleyanus* + *E. brasiliensis*) mostró diferencias significativas entre sitios (Tabla 4) tanto en su abundancia (Fig. 14a) como en su biomasa (Fig. 14b). El Control y Barra del Chuy presentaron valores similares en la abundancia y biomasa del gremio, los cuales fueron significativamente mayores a La Coronilla. Se observó una marcada tendencia decreciente significativa en la biomasa en los tres sitios (de -201.42 en Barra del Chuy: $p = 0.033$, de -274.0 en Control: $p = 0.011$, de -20.012 en La Coronilla: $p = 0.041$) en el tiempo.

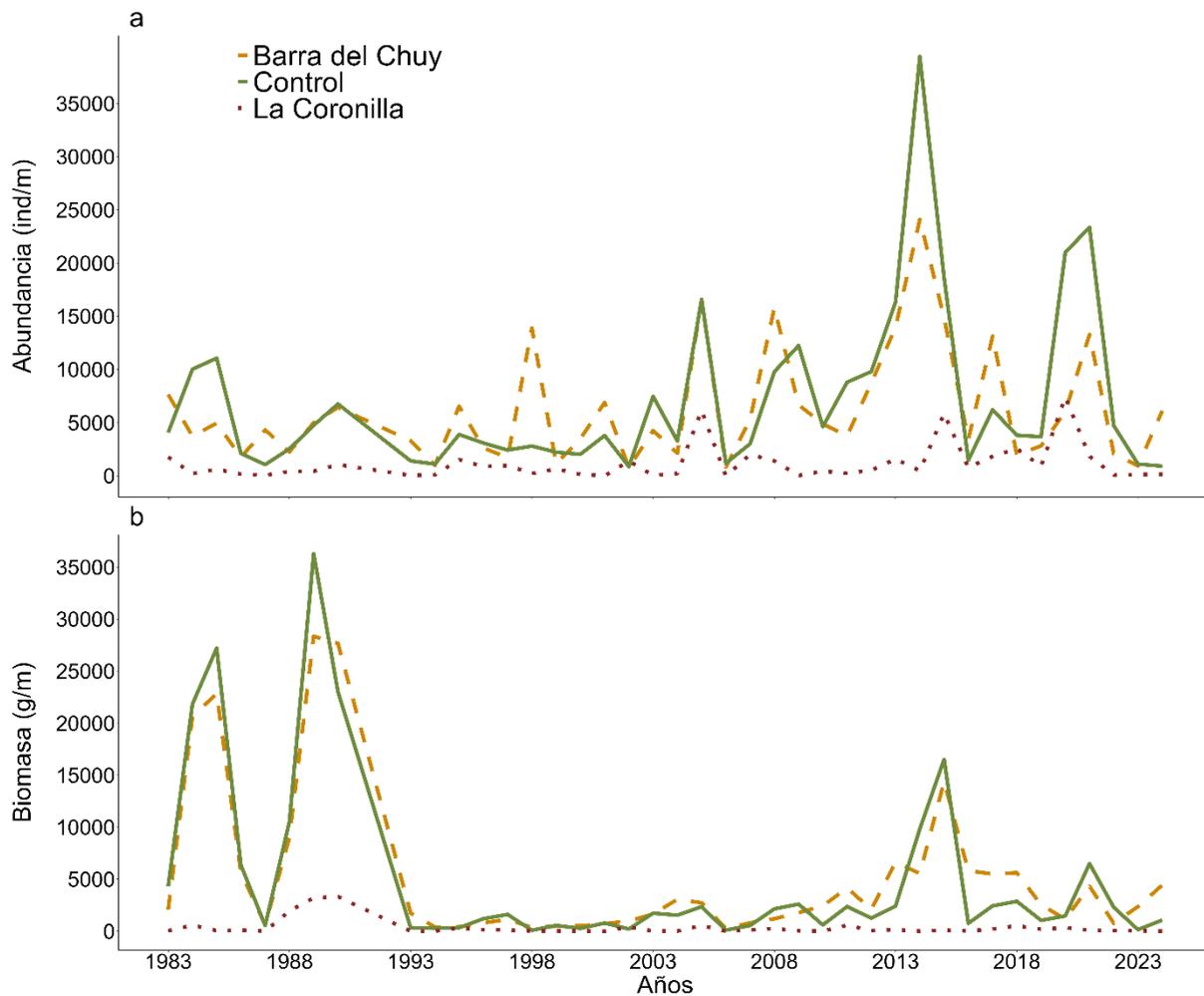


Figura 14. Variaciones en (a) abundancia (ind/m) y (b) biomasa (g/m) total del gremio de filtradores (*Mesodesma mactroides*, *Donax hanleyanus* y *Emerita brasiliensis*) entre 1983 y 2024 para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay).

4.3.3 Abundancia específica

El análisis de la abundancia de las tres especies filtradoras analizada de forma individual presentó diferencias significativas entre Barra del Chuy y el Control frente a La Coronilla, con los valores mínimos en este último (Fig. 15a-c, Tabla 4). Sólo el bivalvo *D. hanleyanus* presentó una tendencia significativa creciente (de 80.26, $p = 0.023$) en su abundancia en el Control (Fig. 15b).

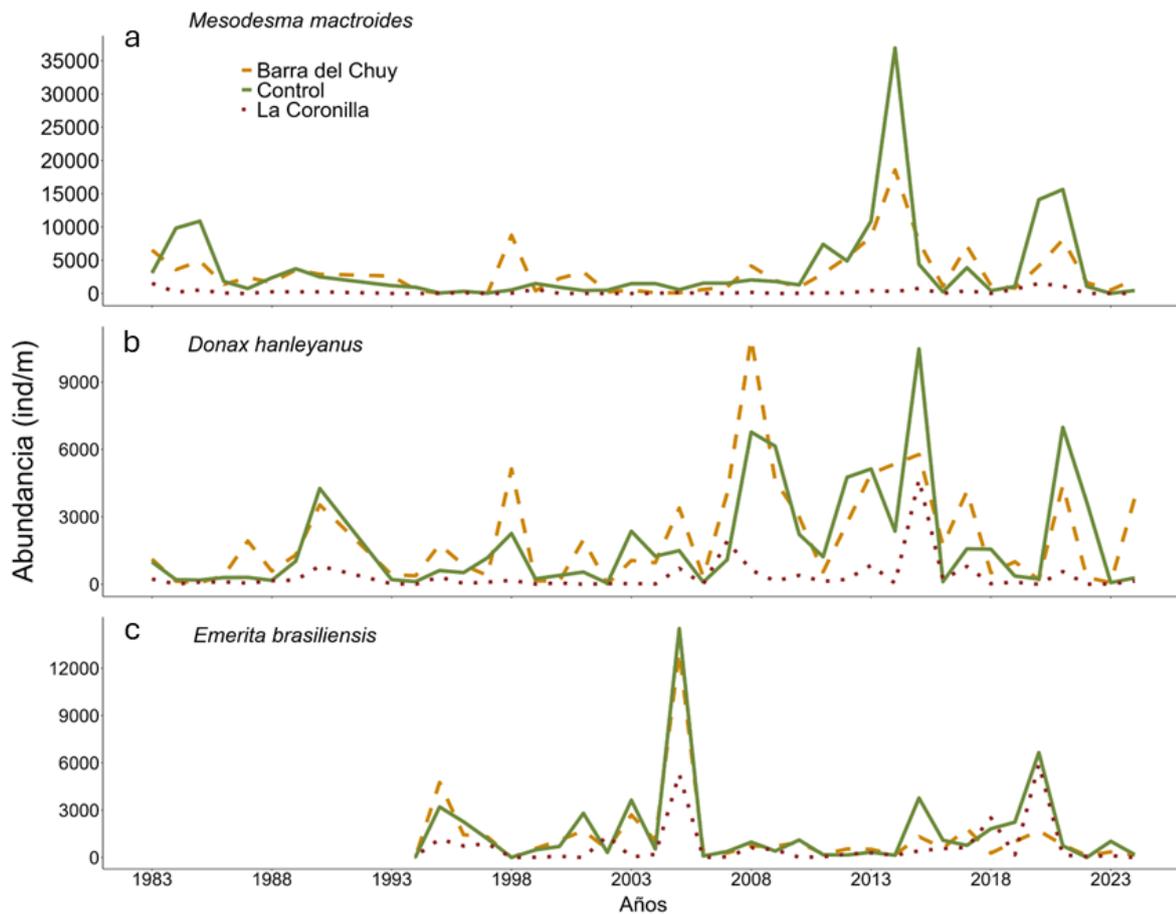


Figura 15. Variaciones en la abundancia (ind/m) de (a) *Mesodesma mactroides*, (b) *Donax hanleyanus* y (c) *Emerita brasiliensis* entre 1983 y 2024 en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay).

4.3.4 Biomasa específica

La biomasa de las especies de filtradores analizada de forma individual (Fig. 16a-c) fue significativamente mayor en Barra del Chuy y el Control con respecto a La Coronilla (Tabla 4). *M. mactroides* mostró una abrupta caída en su biomasa en 1993 y una leve recuperación a partir de 2005, pero sin alcanzar los valores previos a la caída (Fig. 16a). *D. hanleyanus* mostró una marcada disminución tiempo, más que nada en el Control (Fig. 16b). *E. brasiliensis* presentó diferencias entre Barra del Chuy y el Control frente a La Coronilla (Fig. 16c).

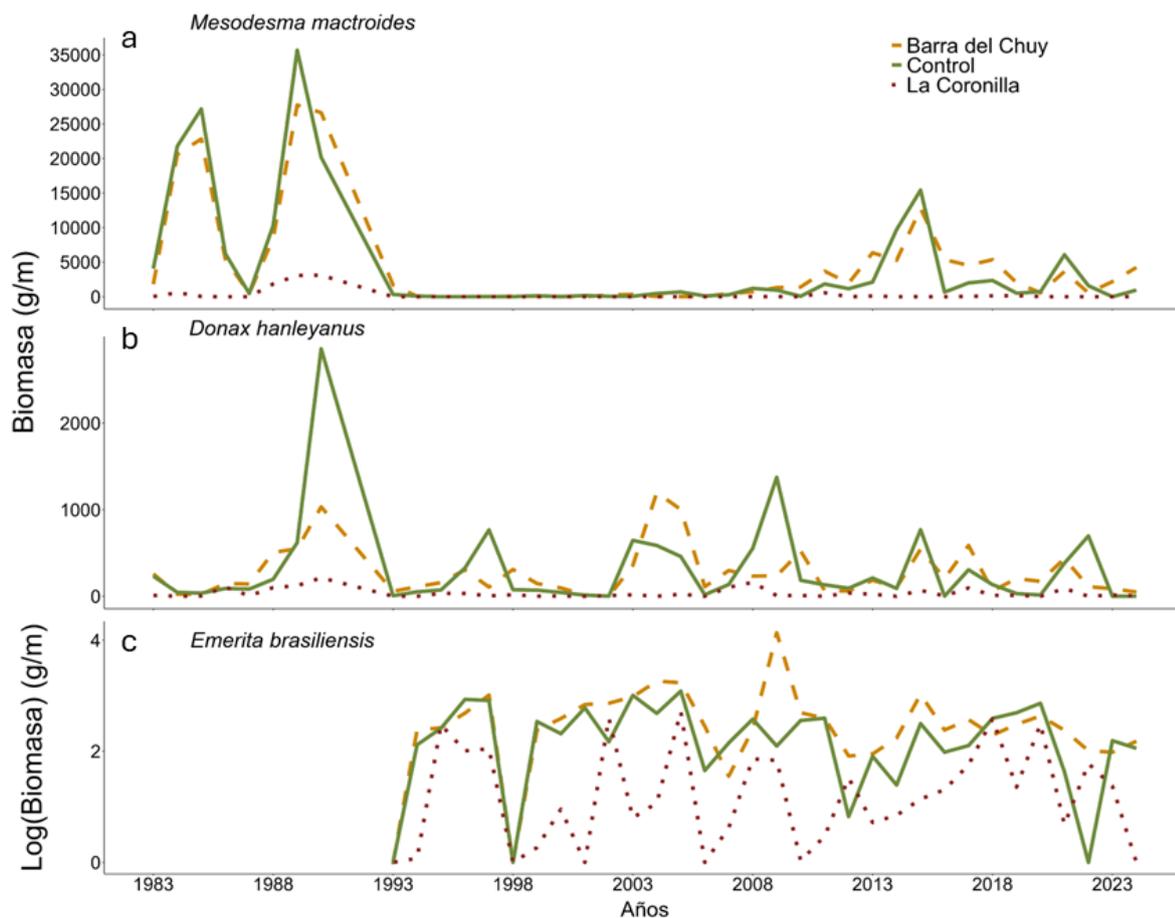


Figura 16. Variaciones de largo plazo (1983-2024) en la biomasa (g/m) de (a) *Mesodesma mactroides*, (b) *Donax hanleyanus* y (c) *Emerita brasiliensis* en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay).

4.3.5 Talla máxima específica

La talla máxima para cada especie del gremio de filtradores mostró diferencias significativas entre sitios, con Barra del Chuy y el Control presentando tallas significativamente mayores que La Coronilla, pero no presentando diferencias entre sí (Fig. 17a-c, Tabla 4). *M. mactroides* presentó una marcada disminución en su talla máxima entre 1993 y 2005, en los tres sitios estudiados, luego de esta disminución, en Barra del Chuy y el Control se encontraron individuos con tallas superiores al tamaño de primera madurez, mientras que en La Coronilla solo en 2008, 2018 y 2019 los organismos lograron alcanzar valores previos a la caída (Fig. 17a). El berberecho *D. hanleyanus* también presentó una mayor talla máxima en el Control y en Barra del Chuy, en comparación con La Coronilla (Fig. 17b, Tabla 4). La talla máxima de *E. brasiliensis* fue significativamente mayor en el Control y en Barra del Chuy (sin diferencias significativas entre sí) con respecto a La Coronilla (Fig. 17c, Tabla 4). En este sitio, los organismos no llegaron al tamaño de adultez de las hembras (las cuales son de mayor tamaño que los machos) en la mayoría de los años (Fig. 17c).

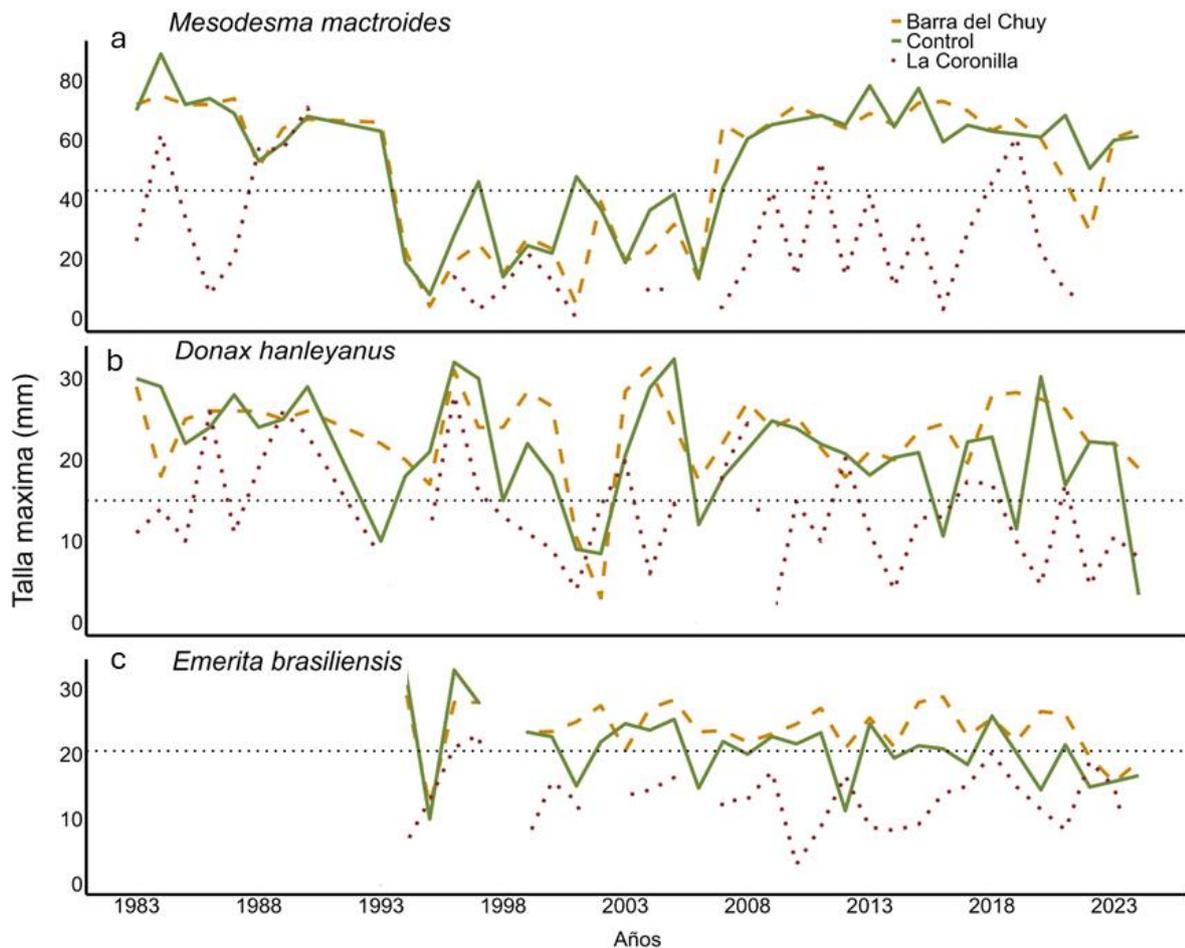


Figura 17. Talla máxima de (a) *Mesodesma mactroides*, (b) *Donax hanleyanus* y (c) *Emerita brasiliensis* en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) a lo largo del tiempo (1983-2024). Las líneas negras punteadas representan el tamaño en cada caso la talla media de primera madurez: 43 mm en *M. mactroides* (Masello & Defeo, 1986), 15 mm en *D. hanleyanus* (Delgado & Defeo, 2007) y 20.5 mm en hembras de *E. brasiliensis* (Delgado & Defeo, 2008). Los espacios vacíos corresponden a años donde no se encontraron organismos.

4.3.6 Entrevistas a actores locales

El 100% de los entrevistados percibió una disminución en la abundancia de *M. mactroides* en el largo plazo, principalmente en La Coronilla (Fig. 18a). Para el caso de *D. hanleyanus*, el 46% de los entrevistados no observaron cambios en la abundancia de esta especie en el tiempo, aunque un 38% percibió una gran disminución (Fig. 18a). Para *E. brasiliensis*, el 31% de los entrevistados percibió una disminución de su abundancia en el tiempo (Fig. 18a). En cuanto a las aves (Fig. 18b), el 88% de los entrevistados percibió una disminución en el tiempo.

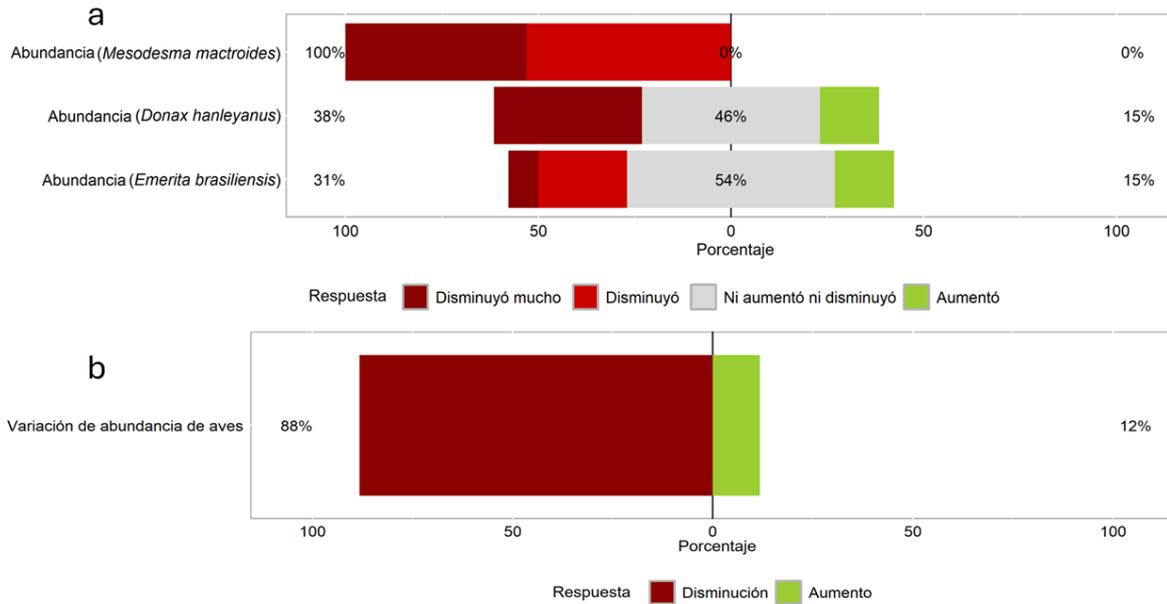


Figura 18. Percepción de 36 entrevistados (residentes y turistas) (a) sobre las variaciones de abundancia de especies emblemáticas en los últimos 40 años y (b) sobre las variaciones de abundancia de las aves, en general sobre los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay). Cabe destacar que a los entrevistados se les dio la opción “Aumentó mucho”, la cual no fue elegida por ninguno de ellos y no se muestra en la figura.

La percepción de los entrevistados sobre las variaciones en la talla corporal de las especies del gremio en el tiempo varió entre especies (Fig. 19). Un 91% de los entrevistados coincidió en que *M. mactroides* ha disminuido en el tiempo, en especial en La Coronilla. Para *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*, la mayoría de los entrevistados no percibieron cambios en su tamaño corporal; sin embargo, para *E. brasiliensis*, un 48% percibió una disminución en su talla (Fig. 19).

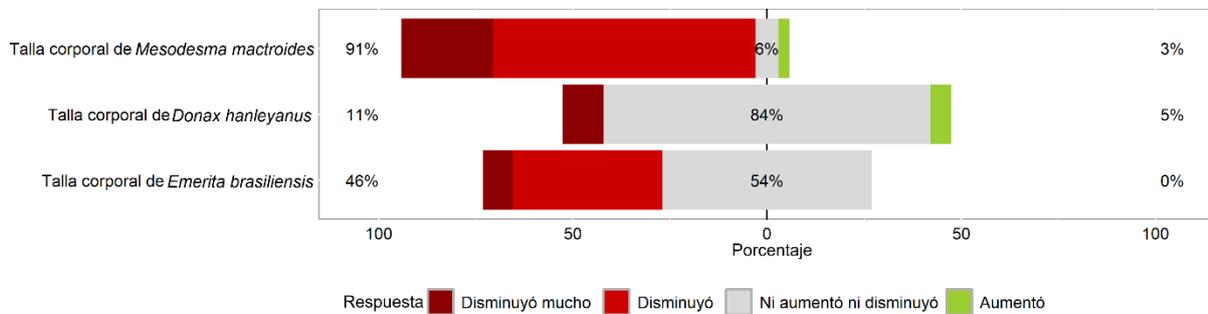


Figura 19. Percepción de los 36 entrevistados (residentes y turistas) sobre variación de la talla individual de estas especies en los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay). A los entrevistados se les dio la opción “Aumentó mucho”, la cual no fue elegida por ninguno de ellos y no se muestra en la figura.

5. Discusión

Esta Tesina demostró el efecto de diferentes actividades antrópicas en el SES comprendido entre La Coronilla y Barra del Chuy a través de un enfoque de métodos mixtos. Este efecto se observó en algunos descriptores comunitarios de macrofauna bentónica, en el gremio de filtradores intermareales (*M. mactroides*, *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*), en la especie con mayor distribución transversal en la playa (*E. armata*), y se reflejó en la percepción de actores locales del SES (Fig. 20).

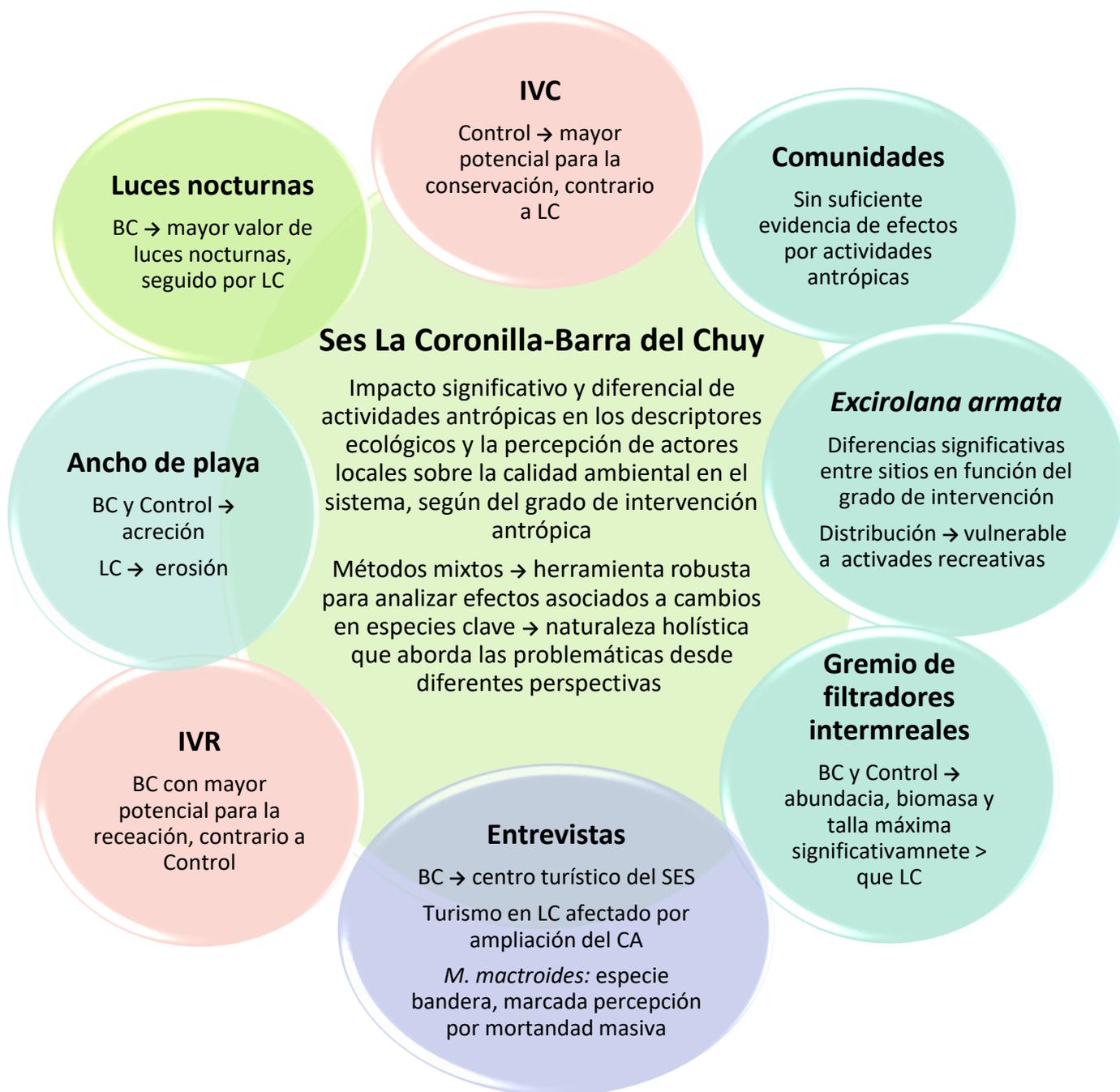


Figura 20. Diagrama integrador de los resultados de esta Tesina. Tipo de información: ● Elicitación de expertos, ● Muestreos estandarizados de largo plazo, ● Conocimiento tradicional y ● Satelital. BC: Barra del Chuy. LC: La Coronilla. CA: Canal Andreoni.

Para comparar tres sitios con distinto grado de intervención antrópica, este trabajo empleó un enfoque de métodos mixtos que integró información ecológica de largo plazo, técnicas de elicitación de expertos, percepciones de actores locales e información satelital. Esta aproximación proporcionó un enfoque holístico que abarca múltiples perspectivas y factores, incluyendo aspectos ecológicos, sociales y económicos, permitiendo una visión más completa y profunda de la problemática abordada.

Las hipótesis de trabajo fueron corroboradas: (1) el sitio con mayor potencial para la conservación fue aquel con menor intervención antrópica y viceversa; (2) la percepción de los actores locales sobre las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas difirió entre sitios, con una mayor percepción negativa de los sitios con mayor intervención; (3) los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica disminuyeron en función de la intensidad de uso e intervención antrópica.

5.1 Caracterización de los sitios

Los parámetros ambientales de Barra del Chuy y el sitio Control no presentaron diferencias significativas entre sí, confirmando que estos sitios sólo se diferencian por el grado de actividades recreativas que sostienen.

La salinidad del agua de La Coronilla fue significativamente menor a la registrada en los otros dos sitios, lo cual se ha relacionado históricamente con la descarga del CA en el sitio (Defeo & de Álava, 1995; Lercari et al., 2002; Lercari & Defeo, 1999, 2003, 2006; Bergamino et al., 2009; Jorge-Romero et al., 2019). Esta variación de salinidad es relevante para la fisiología y sobrevivencia de especies marinas que habitan estas playas (Defeo, 1996; Lercari & Defeo, 1999; McLachlan & Defeo, 2018) (ver secciones [5.2](#) y [5.3](#)), alterando el funcionamiento del ecosistema (Lercari & Defeo, 2015; Jorge-Romero et al., 2019).

La Fluorescencia B, que corresponde a la concentración de ficocianina (pigmento fotosintético en las cianobacterias), mostró valores significativamente menores en Barra del Chuy y el Control con respecto a La Coronilla. Esto sugeriría la predominancia de cianobacterias en la composición del fitoplancton en este sitio. Sin embargo, la turbidez del agua puede afectar también este canal de medición (Cremella et al., 2018), y por tanto, por una mayor presencia de sólidos en suspensión, los cuales han sido registrados previamente en el agua de la descarga de CA (Méndez & Anciaux, 1991).

Las variaciones del ancho de playa en el largo plazo, estimadas a través de información recabada *in situ*, mostraron una tendencia decreciente del ancho de playa en La Coronilla, hecho también observado por Álvez & Goso (2014). A su vez, este sitio presentó un ancho de playa significativamente menor que en el Control y en Barra del Chuy, los cuales mostraron una cierta tendencia de acreción en el largo plazo, en especial en Barra del Chuy (Fig. 1A en [Anexo](#)). La tendencia decreciente observada en La Coronilla (Fig. 1A en [Anexo](#)) sugiere un grado de erosión mayor que en los otros sitios. Esto podría deberse a la combinación de varios factores locales: (1) el efecto de un espigón presente en dicho sitio, ya que las construcciones de obras duras exponen aún más a las playas a la acción erosiva (Aguilar et al., 2011); (2) un aumento de la descarga fluvial (CA) en épocas de tormenta, provocando eventos con alta concentración de energía de olas y escorrentía, que erosionan los materiales no consolidados (Aguilar et al., 2011); y (3) la reducción de los cordones dunares móviles y la fijación de las dunas, lo cual ha incidido directamente en la cantidad de sedimento disponible para ser transportado por la deriva litoral, generándose un desbalance en el presupuesto y la disponibilidad de arena

(Chapman, 1980; Levin et al., 2006; Álvarez & Goso, 2014). Todo lo anterior indicaría que el presupuesto de arena en la playa de La Coronilla se encuentra afectado negativamente, lo cual también explicaría las diferencias significativas en la pendiente y compactación del sedimento entre La Coronilla y Barra del Chuy y el Control. En efecto, la compactación y la pendiente de la playa fueron mayores en La Coronilla, denotando signos de erosión: al estar reducido el stock de sedimento, se espera que la arena esté más compactada, debido a que la arena suelta sería transportada a otros sitios. A su vez, al acortarse la playa, el escaso sedimento podría acumularse en la parte superior, aumentando así la pendiente.

El Control presentó menor densidad de luces nocturnas (proxi de densidad humana; Small & Nicholls, 2003; Zhou et al., 2014), mayor puntuación en el índice de conservación (IVC), menor puntuación en el índice de recreación (IVR) y fue calificado como “sin infraestructura turística” por los entrevistados. Barra del Chuy presentó los valores máximos de actividad nocturna, intermedios de IVC, máximos en IVR y fue catalogado por los entrevistados como el sitio que recibe más turismo. La Coronilla presentó valores intermedios de luces nocturnas, IVC mínimo, IVR intermedio y fue percibido como con menor turismo que Barra del Chuy. Esta integración de resultados provenientes de distintas técnicas demostró que: (1) el Control es el sitio menos perturbado; (2) Barra del Chuy es el sitio con mayor desarrollo de actividades turísticas, y posee un potencial intermedio para la conservación; y (3) La Coronilla presenta valores medios de recreación y mínimos de conservación, es decir, sustenta actividades asociadas al turismo, aunque presenta indicios de degradación relacionados con un bajo potencial de conservación.

Los resultados de IVR demostraron que Barra del Chuy es el sitio con mayor potencial para la recreación, seguido por La Coronilla y luego el Control, lo cual no se corresponde con el grado de intervención de los sitios (La Coronilla > Barra del Chuy > Control). Esto podría explicarse debido a que el grado de intervención antrópica que presenta Barra del Chuy se asocia, en su mayoría, a actividades recreativas (siendo en muchos casos estructuras temporales), mientras que La Coronilla presenta la descarga del CA como la mayor intervención antrópica del sitio, la cual ha generado un efecto negativo en la recreación (Sosa, 2007; González, 2010; Viera, 2019). Estas estimaciones de IVR sugieren que no necesariamente mayor intervención antrópica en un sitio se corresponde con mayor grado de actividades recreativas en el mismo, y que sitios con grados de intervención intermedia pueden presentar mayor potencial para la recreación que sitios sin intervención o sitios muy intervenidos.

La asociación entre los índices de elicitación de expertos (IVC y IVR, Fig. 5) permitió clasificar a los sitios estudiados como playas de uso mixto, sugiriendo que pueden ser gestionados como “zonas de multipropósito”, es decir, con fines tanto recreativos como de conservación (McLachlan et al., 2013; Ocaña et al., 2022). Sin embargo, Barra del Chuy se aproxima a la zona con alto potencial de conflicto (Fig. 5), que abarca playas con alto valor recreativo y de conservación, implicando una gestión precautoria y sugiriendo un manejo espacialmente explícito que tienda a separar áreas con usos conflictivos o restringir su uso de forma diferencial, ya sea temporal o espacialmente (ver [sección 7](#)). Estos resultados, junto a los obtenidos del análisis de largo plazo luces nocturnas, corroboran la hipótesis específica (HE) 1⁷, donde el sitio con mayor potencial para la conservación fue aquel con menor intervención antrópica y viceversa.

⁷ HE1: El valor de conservación y la intervención antrópica en los sitios se relacionará de forma negativa, siendo los sitios con mayor potencial para la conservación aquellos con poca o nula infraestructura turística, urbanización u obras de ingeniería.

Las entrevistas a los actores locales acerca de su percepción sobre los sitios estudiados aportan evidencia que tiende a apoyar la HE 2⁸ de la Tesina, ya que se observó una mayor percepción negativa de los sitios con mayor intervención antrópica en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control. Los entrevistados percibieron más efectos negativos en La Coronilla (sitio más intervenido), seguido por Barra del Chuy (sitio con intervención intermedia), mientras que ninguno percibió negativamente al Control (sitio sin intervención). La percepción de los actores locales sobre la calidad de los sitios mostró que: (1) el sitio Control fue considerado como el menos intervenido y de mejor calidad ambiental; (2) Barra del Chuy fue el centro turístico preferido y con una calidad ambiental intermedia como resultado de las actividades turísticas que sostiene (i.e. parador, dunas intervenidas con accesos, basura, etc.); y (3) La Coronilla fue el sitio con menor calidad ambiental. Estos resultados apoyan la hipótesis general de esta tesina⁹.

Los entrevistados (turistas, residentes y operadores turísticos) relacionaron la diferencia turística entre Barra del Chuy y La Coronilla a la mayor proximidad de Barra del Chuy con la frontera con Brasil (Chuy) y a la presencia del CA y su descarga en la playa de La Coronilla. Los dos factores que mayormente estarían dirigiendo la selección de los turistas por los sitios estarían asociados a aspectos económicos (acceso a supermercados con precios más bajos de los productos en la ciudad de Chuy, frontera con Brasil) y ambientales (percepción negativa de la presencia del CA en La Coronilla). La limpieza de los sitios y el ancho de playa también fueron mencionados como posibles factores incidentes en la selección del destino turístico. Aunque los sitios no presentan un programa local sistemático de limpieza, en La Coronilla los desechos traídos hasta la playa por la descarga del CA muchas veces son retirados por actores locales (aunque el gobierno local retira estos desechos cuando hay grandes acumulaciones o en momentos claves del año, como previo a la temporada turística), generando percepción ambiental negativa del sitio. El menor ancho de playa en La Coronilla implica una menor disponibilidad de espacio para desarrollar las actividades recreativas. Las respuestas de los entrevistados revelan una percepción negativa y prejuicios que los turistas presentan sobre el estado ambiental de La Coronilla, lo que influye en el turismo (Fig. 7).

5.2 Patrones comunitarios

El Control y Barra del Chuy presentaron una riqueza de especies significativamente mayor que La Coronilla, mientras que la abundancia total comunitaria a largo plazo no mostró diferencias significativas entre sitios. Estos resultados no corroboran la hipótesis general⁷ y la HE 3¹⁰ del trabajo. Sin embargo, la riqueza de especies del sitio más intervenido presentó valores significativamente menores, sin detectarse diferencias entre Barra del Chuy y el Control. De esta forma, el grado de intervención de un sitio podría afectar negativamente la riqueza de especies.

⁸ HE 2: La percepción de los actores locales sobre las variaciones espacio-temporales en las actividades antrópicas diferirá entre sitios. Se predice una mayor percepción de los impactos negativos en los sitios con mayor intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.

⁹ Hipótesis general: Las actividades antrópicas tienen un impacto negativo significativo y diferencial sobre los descriptores ecológicos y percepción de la calidad ambiental en los sitios del SES La Coronilla-Barra del Chuy dependiendo del grado de intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.

¹⁰ HE 3: Las tendencias a largo plazo de los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica variarán significativamente entre los sitios estudiados, prediciéndose una disminución en la diversidad y abundancia en función de la intensidad de uso e intervención antrópica en el siguiente orden: Control > Barra del Chuy > La Coronilla.

Los índices de diversidad no mostraron diferencias significativas entre los sitios (salvo los índices de Hill), en contraposición con los resultados obtenidos en la riqueza y biomasa relativa de especies. Estos índices de diversidad son estadígrafos sintéticos y epifenoménicos, lo que implica que diferentes composiciones comunitarias pueden producir los mismos valores (Roswell et al., 2021). Se destaca la mayor sensibilidad de los índices de Hill frente a los índices de diversidad convencionales (Roswell et al., 2021). Sin embargo, las diferencias estadísticas detectadas con los índices de Hill no fueron consistentes con las estimaciones de la riqueza de especies a largo plazo, lo cual podría deberse a la limitada cantidad de años (tres) utilizados para calcular dichos índices. Este análisis resalta la importancia de aplicar esquemas redundantes con diferentes aproximaciones para obtener una visión más completa y robusta de la estructura comunitaria.

Las especies tipificantes de la comunidad macrofaunística de Barra del Chuy y el Control fueron las mismas, mientras que La Coronilla presentó al poliqueto *S. gaucha* como discriminante para este sitio. Este poliqueto suele tener incrementos explosivos en su abundancia debido a su estrategia de vida oportunista y su gran tolerancia a ambientes perturbados (Bergamino et al., 2009). Las especies que mejor contribuyeron a la biomasa fueron las mismas en los tres sitios, excepto por la almeja *M. mactroides* que fue discriminante para Barra del Chuy. Este resultado es relevante, ya que en este sitio se concentra la mayor biomasa de la especie factible de extracción comercial (Gianelli et al., 2021) y, al mismo tiempo, es donde las actividades recreativas son más intensas. Las especies *E. brasiliensis* y *D. hanleyanus* contribuyeron con <10% a la abundancia total, aunque fueron relevantes para la biomasa total, lo cual puede deberse a que estas especies tienden a presentar las mayores tallas corporales de la macrofauna (Celentano et al., 2010, 2022).

Las comunidades macrofaunísticas disminuyeron en diversidad y abundancia en función del grado de intervención antrópica de los sitios, evidenciándose en particular en los descriptores comunitarios de riqueza de especies, abundancia total y AMBI. Sin embargo, la mayoría de estos resultados no presentaron significancia estadística, por lo cual las hipótesis de este trabajo no se lograron corroborar en lo que respecta a los indicadores de niveles organizacionales comunitarios.

5.3 Patrones poblacionales

Los atributos poblacionales de *E. armata* corroboraron tanto la hipótesis general¹¹ como la HE 3¹² de esta Tesina, observándose diferencias significativas entre los tres sitios en función al grado de intervención antrópica, en el siguiente orden en términos de abundancia (Control > Barra del Chuy = La Coronilla) y biomasa (Control > Barra del Chuy > La Coronilla). Las diferencias entre el Control y Barra del Chuy en este último caso podrían explicarse debido a la historia de vida de *E. armata*, ya que presenta una amplia distribución espacial (de Álava & Defeo, 1991; Defeo et al., 1992) que se solapa mayormente con las zonas utilizadas por turistas (Bessa et al., 2014; Suciú et al., 2018), lo que podría estar generando una disminución en su abundancia y biomasa (Vieira et al., 2012; Suciú et al., 2018). El efecto en La Coronilla sería aún más marcado

¹¹ Hipótesis general: Las actividades antrópicas tienen un impacto negativo significativo y diferencial sobre los descriptores ecológicos y percepción de la calidad ambiental en los sitios del SES La Coronilla-Barra del Chuy dependiendo del grado de intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.

¹² HE 3: Las tendencias a largo plazo de los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica variarán significativamente entre los sitios estudiados, prediciéndose una disminución en la diversidad y abundancia en función de la intensidad de uso e intervención antrópica en el siguiente orden: Control > Barra del Chuy > La Coronilla.

ya que, además de verse afectado por las actividades turísticas, este sitio recibe la descarga del CA, la cual ha repercutido negativamente en la abundancia y biomasa de esta especie en el sitio (Lozoya & Defeo, 2006). Las condiciones inadecuadas del hábitat, generadas por bajos valores de salinidad, afectarían negativamente las poblaciones de *E. armata*, ya que esta especie presenta una marcada preferencia por playas con altos niveles de salinidad (Lozoya et al., 2010).

La abundancia y biomasa de las especies del gremio de filtradores intermareales fueron similares entre Barra del Chuy y el Control y significativamente menores en La Coronilla. Esto podría explicarse por el efecto del CA reduciendo la salinidad de La Coronilla, el cual generaría efectos adversos en la fisiología y tolerancia de estas especies (Defeo et al., 1986; Defeo & de Álava, 1995; Lercari & Defeo, 1999). Las especies que mejor contribuyeron en estos patrones fueron los bivalvos *M. mactroides* y *D. hanleyanus*.

El 100% de los entrevistados percibió una disminución en la abundancia de la almeja *M. mactroides* en el tiempo, especialmente de los organismos adultos (reconocidos visualmente), cuyo aporte en términos de biomasa es mayor (Fig. 16a). La mortandad masiva de *M. mactroides* en 1993-1994 (Ortega et al., 2016) fue mencionada por varios entrevistados, marcando fuertemente su percepción (Gianelli et al., 2021). Debido a su importancia ecológica y económica (Defeo et al., 2016), *M. mactroides* es la especie más reconocida socialmente dentro del gremio, siendo sus cambios mejor percibidos. Esto sugiere que *M. mactroides* podría considerarse una especie bandera (Costa et al., 2022) para este SES. En contraste, la mayoría de los entrevistados no percibió cambios en la abundancia de *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*.

El berberecho *D. hanleyanus* registró una tendencia creciente en su abundancia y una disminución significativa en su biomasa en el tiempo (Figs. 15b y 16b). Esto podría asociarse a un fenómeno de tropicalización del sistema como resultado de un incremento sistemático de la temperatura superficial del agua de mar en los últimos 40 años en el Atlántico Sudoccidental (Gianelli et al., 2021). Debido al origen filogeográfico tropical y subtropical de esta especie (Risoli et al., 2021, 2023), el aumento de la temperatura superficial del mar podría favorecer un incremento en la abundancia del berberecho, ya que este parámetro ha demostrado ser determinante en los atributos poblaciones de esta especie (Risoli et al., 2023). Sin embargo, mayores temperaturas también podrían implicar tasas metabólicas aceleradas, pudiendo acortar o acelerar los ciclos de vida (Risoli et al., 2021), resultando en tamaños corporales más pequeños, y así, disminuyendo su biomasa.

La talla corporal máxima de los individuos del gremio, al igual que la abundancia y la biomasa, presentó valores similares entre el Control y Barra del Chuy, y mayores que en La Coronilla. Las tres especies, y especialmente los organismos de *E. brasiliensis* en La Coronilla, no alcanzaron el tamaño adulto en ciertos años (Fig. 17 a-c). Esta especie ha presentado plasticidad fenotípica, modificando rasgos reproductivos en función del ambiente físico en el que se encuentra (Lercari & Defeo, 1999; Celentano & Defeo, 2006; Delgado & Defeo, 2008). Por tanto, estos resultados sugieren que los individuos murieron antes de llegar a la adultez, que los adultos eran machos (ya que estos poseen una talla de adultez menor a la de las hembras: Lercari & Defeo, 1999; Delgado & Defeo, 2008), o que las hembras presentaron tamaños menores debido a las condiciones del ambiente en La Coronilla. La mayoría de los entrevistados coincide en que el tamaño de *M. mactroides* ha disminuido en el tiempo, patrón corroborado por los datos científicos de largo plazo. En el caso de *D. hanleyanus* y *E. brasiliensis*, la mayoría de los entrevistados no percibieron cambios en su tamaño corporal; sin embargo, para *E. brasiliensis*,

un porcentaje importante (48%) percibió una disminución en su talla, en concurrencia con los resultados de largo plazo obtenidos para La Coronilla para esta especie (Fig. 17 c).

En contraposición a lo observado para el gremio de filtradores, los patrones poblacionales de *E. armata* difirieron entre Barra del Chuy y el Control. La distribución transversal de la especie abarca casi desde la base de las dunas hasta el horizonte inferior del submareal (de Álava & Defeo, 1991; Defeo et al., 1992; Suciú et al., 2018) y por tanto la menor abundancia y biomasa en Barra del Chuy podría reflejar directamente los efectos del turismo. Esto sugeriría que las especies con distribución hacia el supralitoral (duna) pueden verse más afectadas por las actividades recreativas que las especies con afinidad intermareal (Veloso et al., 2006), que se verían mayormente afectadas por impactos en características fisicoquímicas del ambiente, como la salinidad. Por tanto, a efectos de la evaluación de impactos de actividades recreativas, es recomendable hacer énfasis en el estudio de poblaciones de especies con distribución transversal amplia, además de analizar especies con distribución intermareal (Suciú et al., 2018; Costa et al., 2020; Corte et al., 2022; Checon et al., 2023).

El análisis de largo plazo del gremio de filtradores intermareales mostró una disminución en la abundancia, biomasa y talla máxima en función de la intensidad de uso e intervención antrópica, donde Barra del Chuy y el Control presentaron valores mayores que La Coronilla. No se observaron diferencias significativas entre Barra del Chuy y el Control, aunque este último presente menor intensidad de uso e intervención antrópica que el primero. Estos resultados proporcionan evidencia para validar la hipótesis general¹³ y la HE 3¹⁴.

5.4 Aves

El análisis de percepción de los entrevistados en el SES reveló que el grado de urbanización de las playas arenosas puede afectar a las aves. La mayoría de los entrevistados coincide en que las aves han disminuido en el tiempo. Algunos entrevistados asocian esta disminución a la actividad humana, relacionada con ruidos (como música o voces) o luces nocturnas, que podrían repeler a las aves durante la temporada turística. Este patrón también se ha asociado por ciertos entrevistados a la disminución de macrofauna en la playa, y, por tanto, a una menor disponibilidad de alimento. Otros entrevistados atribuyen esta disminución a las jaurías de perros que han ido en aumento con la creciente urbanización (en especial en Barra del Chuy). Se ha reportado la relevancia de esta zona de la costa uruguaya para algunas especies de aves, como la especie amenazada *Calidris canutus rufa* (playero rojizo). En particular, se han observado grandes mortandades de esta especie en La Coronilla (Aldabe et al., 2015), lo cual ha sido asociado a: (1) la disminución de macrofauna de la cual se alimentan estas aves, principalmente aquellas que forman parte del gremio de filtradores, asociada al CA (Lercari & Defeo, 2003; Aldabe et al., 2015); y (2) a las actividades recreativas, ya que estas aves prefieren evitar zonas donde hay aglomeraciones humanas (Cestari, 2008; Aldabe et al., 2015). Las aves forman parte fundamental de las redes tróficas de estos ecosistemas (Lercari et al., 2010), por

¹³ Hipótesis general: Las actividades antrópicas tienen un impacto negativo significativo y diferencial sobre los descriptores ecológicos y percepción de la calidad ambiental en los sitios del SES La Coronilla-Barra del Chuy dependiendo del grado de intervención antrópica, en el siguiente orden: La Coronilla > Barra del Chuy > Control.

¹⁴ HE 3: Las tendencias a largo plazo de los descriptores comunitarios y poblacionales de la macrofauna bentónica variarán significativamente entre los sitios estudiados, prediciéndose una disminución en la diversidad y abundancia en función de la intensidad de uso e intervención antrópica en el siguiente orden: Control > Barra del Chuy > La Coronilla.

lo que su disminución en sitios más intervenidos podría reducir la presión de depredación sobre algunos componentes de las redes tróficas, como las comunidades macrobentónicas.

6. Conclusiones

Este trabajo demostró que: (1) las diferentes actividades antrópicas tienen un impacto significativo y diferencial sobre los descriptores ecológicos y la percepción de la calidad ambiental en las playas arenosas, dependiendo del tipo y grado de intervención antrópica; (2) la riqueza específica y los descriptores poblacionales de la macrofauna bentónica disminuyeron en función a la intensidad de uso e intervención antrópica en los sitios; (3) los actores locales del SES percibieron negativamente las variaciones espacio-temporales en el ecosistema, particularmente en los sitios con mayor intervención antrópica; (4) mayor intervención antrópica en los sitios no se correspondió con mayor grado de actividades recreativas; y (5) el sitio con mayor valor para la conservación fue aquel con menor intervención antrópica y viceversa.

El presente trabajo demostró el efecto negativo de las actividades antrópicas sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, en particular en el isópodo *E. armata*. Sin embargo, estos efectos negativos fueron más marcados a nivel poblacional que comunitario, implicando que las diferentes estrategias de historia de vida podrían generar repuestas diferenciales de las especies frente a estos impactos, y en particular, a presiones asociadas a actividades recreativas. Por esto, se destaca la importancia de utilizar especies con distribución meso/supralitoral al momento de evaluar este tipo de presiones. Se resalta la percepción del posible impacto negativo de las actividades turísticas estivales en playas sobre las comunidades de aves.

Esta Tesina destaca la importancia de integrar información satelital, técnicas de elicitación de expertos y el conocimiento tradicional de los actores locales con descriptores ecológicos, para realizar estudios de impacto ambiental. El enfoque de métodos mixtos utilizado demostró ser una herramienta robusta para analizar los efectos asociados a cambios en especies clave de playas arenosas, por su naturaleza holística que aborda las problemáticas desde diferentes perspectivas, incluyendo factores ecológicos, sociales y económicos.

7. Recomendaciones

A partir de los resultados de este trabajo se plantean una serie de recomendaciones a todas aquellas instituciones con injerencia para generar normativas, implementarlas y fiscalizarlas en el sistema estudiado debido a su área jurisdicción (Ministerio de Turismo, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Intendencia de Rocha, Municipio de Chuy, Alcaldías, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Prefectura Nacional Naval y Sub-Prefectura Chuy).

Se recomienda que estas instituciones, generen planes de manejo considerando marcos sociales-ecológicos para caracterizar las condiciones actuales y disminuir el solapamiento de actividades con objetivos conflictivos en los sitios. Una posible estrategia para gestionar estas actividades es la “zonificación de usos”, donde se separan los usos de la playa en diferentes zonas (McLachlan et al., 2013). Aunque esta estrategia ya es aplicada en el SES estudiado (Castilla & Defeo, 2001; Gianelli et al., 2015), donde la pesca artesanal de *M. mactroides* se desarrolla mayormente en zonas alejadas a áreas turísticas (Barra del Chuy y La Coronilla) durante la temporada estival (con restricción horaria), no se han desarrollado estrategias que delimiten zonas orientadas exclusivamente a la conservación, a efectos de su protección tanto de presiones pesqueras como turísticas. Para generar dichas zonas de conservación sería necesario evaluar todo el cinturón costero y definir, en principio, que zonas serían las más importantes y viables a conservar, así como tener en cuenta como afectaría el proteger dicha zona a las actividades socioeconómicas del SES. También se debería tener en cuenta la historia de vida y distribución espacial de las especies que habitan la zona y analizar cómo se podría controlar que las actividades no se desarrollen en esta. Una posible zona de conservación podría ser el sitio Control que, al no poseer infraestructura, no se ve presionado por actividades turísticas, por lo que, si se prohibiera la pesca (a través de la fiscalización de la Sub-Prefectura Chuy), se podría orientar exclusivamente a la conservación. Considerar este esquema de zonificación costera es relevante para este sistema debido al conflicto de intereses entre diferentes actividades antrópicas (e.g. infraestructura turística, urbanización, pesca, etc.), por lo que también se recomienda la integración de áreas marinas y terrestres de manera consistente (McLachlan et al., 2013; McLachlan & Defeo, 2018). Estas recomendaciones se podrían llevar a cabo a través de diversos enfoques como la aplicación de gestión estratégica (Micallef & Williams, 2002), planificación sistemática de la conservación (Margules & Pressey, 2000) o planificación espacial marítima (Ehler, 2008), algunas de las cuales ya han sido implementadas en nuestro país a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (e.g. Parque Nacional Cabo Polonio, Área de manejo de hábitat y/o especies Cerro Verde e Islas de La Coronilla, etc.).

En sistemas templados, como el de estudio, donde las actividades humanas tienen un fuerte componente estacional (Orlando et al., 2020, 2021) se debe considerar el factor temporal además del espacial en los enfoques de manejo (McLachlan & Defeo, 2018). En particular, la temporada turística se concentra en la primera quincena de enero en Barra del Chuy y La Coronilla (según las entrevistas a operadores turísticos), lo cual coincide con la mayor demanda de *M. mactroides* por los restaurantes. Debido a esta intensificación temporal de las actividades, se recomienda reevaluar la estrategia actual de manejo aplicada en este SES para generar posibles alternativas que disminuyan la presión en los sitios en esta época del año.

La gestión de las playas arenosas debe considerar a la zona litoral activa (LAZ; Tinley, 1985) como un todo. Se requiere de un enfoque holístico que incluya aspectos ecosistémicos y las repercusiones socioeconómicas derivadas de los impactos de actividades antropogénicas (Micallef & Williams, 2002; McLachlan et al., 2013; Amyot & Grant, 2014; Harris et al., 2015; Defeo et al., 2021), incluyendo la evaluación de riesgos (Elliott et al., 2017). En el SES evaluado, si bien se regulan diferentes actividades antrópicas con intereses conflictivos en la playa, otras zonas de la LAZ (i.e. dunas) no son tomadas en cuenta en estas estrategias de manejo, por esto, se recomienda gestionar las actividades antrópicas en toda la LAZ. Algunos actores locales entrevistados mostraron su preocupación acerca del estado de las dunas en Barra del Chuy y la falta de protección y prevención de los gobiernos locales contra actividades que afectan a esta parte del sistema (e.g. construcciones sobre las dunas, plantación de especies exóticas que fijan las dunas, sandboarding, extracción de arena, etc.). Un enfoque de la LAZ en conjunto permitiría la limitación de impactos antropogénicos, manteniendo procesos ambientales (e.g. presupuesto y transporte de arena) y biológicos (e.g. estructura y funciones ecosistémicas) clave, integrados con factores económicos (e.g. desarrollo turístico). Los enfoques de gestión más adecuados para abordar los problemas del LAZ son las medidas de Gestión Basada en Ecosistemas (Leslie & McLeod, 2007), el manejo integrado de la zona costera y la planificación espacial. Estos enfoques consideran cuestiones de gestión relacionadas con los componentes biofísicos y sociales del SES y su gobernanza.

Se demostró la utilidad de los métodos mixtos como una herramienta robusta que permite analizar las problemáticas de las playas con un enfoque holístico, incorporando aspectos ecológicos, sociales y económicos. Este enfoque es aplicable a otras playas y se recomienda su utilización en futuras investigaciones que busquen analizar presiones sobre playas arenosas. Se sugiere que, además de los factores evaluados en esta Tesina, se incluyan indicadores institucionales relacionados con la gobernanza de estos SES (e.g. objetivos políticos de alto nivel y a largo plazo, sistema de toma de decisiones, incentivos, reglamentación, etc.), con el fin de tener un enfoque que integre los 4 pilares de la sustentabilidad: ecológico, social, económico e institucional.

8. Bibliografía

- Aguilar, C. G., Mesa, V., & del Carmen Alvez, M. (2011). Sinopsis geológico-ambiental de la costa platense y atlántica de Uruguay. *Problemática de los ambientes costeros*, 59.
- Aldabe, J., Rocca, P. I., González, P. M., Caballero-Sadi, D., & Baker, A. J. (2015). Migration of endangered Red Knots *Calidris canutus rufa* in Uruguay: important sites, phenology, migratory connectivity and a mass mortality event. *Wader Study*, 122, 221-235.
- Álvez, C., & Goso, C. (2014). Sedimentación dunar y vulnerabilidad a la erosión en la costa atlántica uruguaya. En: Goso, C. (Ed.). *Nuevas miradas a la problemática de los ambientes costeros*. DIRAC, Montevideo, 101–129.
- Amyot, J., & Grant, J. (2014). Environmental Function Analysis: A decision support tool for integrated sandy beach planning. *Ocean and Coastal Management*, 102, 317-327.
- Anderson, M.J., Gorley, R.N., & Clarke, K.R. (2015). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods (PRIMER-E).
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81, 169-193.
- Barnard, P. L., Short, A. D., Harley, M. D., Splinter, K. D., Vitousek, S., Turner, I. L., Allan, J., Banno, M., Bryan, K. R., Doria, A., Hansen, J. E., Kato, S., Kuriyama, Y., Randall-Goodwin, E., Ruggiero, P., Walker, I. J., & Heathfield, D. K. (2015). Coastal vulnerability across the Pacific dominated by El Niño/Southern Oscillation. *Nature Geoscience*, 8, 801–807.
- Bavinck, M., Berkes, F., Charles, A., Dias, A., Doubleday, N., Nayak, P., & Sowman, M. (2017). The impact of coastal grabbing on community conservation - a global reconnaissance. *Maritime Studies*, 16, 1–17.
- Bergamino, L., Muniz, P., & Defeo, O. (2009). Effects of a freshwater canal discharge on polychaete assemblages inhabiting an exposed sandy beach in Uruguay. *Ecological Indicators*, 9, 584-587.
- Bessa, F., Goncalves, S. C., Franco, J. N., André, J. N., Cunha, P. P., & Marques, J. C. (2014). Temporal changes in macrofauna as response indicator to potential human pressures on sandy beaches. *Ecological Indicators*, 41, 49-57.
- Bolar, K. (2022). Interactive Document for Working with Basic Statistical Analysis.
- Borja, A., Franco, J., & Pérez, V. (2000). A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100–1114.
- Borja, Á., Marín, S. L., Muxika, I., Pino, L., & Rodríguez, J. G. (2015). Is there a possibility of ranking benthic quality assessment indices to select the most responsive to different human pressures? *Marine Pollution Bulletin*, 97, 85–94.
- Brazeiro, A., & Defeo, O. (1996). Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42, 523-536.
- Castilla, J.C., & Defeo, O. (2001). Latin-American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11, 1e30.
- Celentano, E., & Defeo, O. (2006). Habitat harshness and morphodynamics: life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguayan sandy beaches. *Marine Biology*, 149, 1453-1461.

- Celentano, E., & Defeo, O. (2016). Effects of climate on the mole crab *Emerita brasiliensis* on a dissipative beach in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, 552, 211–222.
- Celentano, E., Gutiérrez, N. L., & Defeo, O. (2010). Effects of morphodynamic and estuarine gradients on the demography and distribution of a sandy beach mole crab: implications for source–sink habitat dynamics. *Marine Ecology Progress Series*, 398, 193–205.
- Celentano, E., Gómez, J., Lercari, D., de Álava, A., & Defeo, O. (2022). Unravelling the role of local and large-scale factors in structuring sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus*. *Marine Ecology Progress Series*, 696, 29–42.
- Cestari, C. (2008). O uso de praias arenosas com diferentes concentrações humanas por espécies de aves limícolas (Charadriidae e Scolopacidae) neárticas no sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 8, 83–88.
- Chapman, D. M. (1980). Coastal erosion and the sediment budget, with special reference to the Gold Coast, Australia. *Coastal Engineering*, 4, 207–227.
- Checon, H. H., Corte, G. N., Shah Esmaili, Y., Muniz, P., & Turra, A. (2023). The efficacy of benthic indices to evaluate the ecological quality and urbanization effects on sandy beach ecosystems. *Science of The Total Environment*, 856, 159190.
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). User manual/tutorial. Primer-E Ltd., Plymouth, 93.
- Corte, G. N., Checon, H. H., Esmaili, Y. S., Defeo, O., & Turra, A. (2022). Evaluation of the effects of urbanization and environmental features on sandy beach macrobenthos highlights the importance of submerged zones. *Marine Pollution Bulletin*, 182, 113962.
- Costa, L. L., Zalmon, I. R., Fanini, L., & Defeo, O. (2020). Macroinvertebrates as indicators of human disturbances on sandy beaches: A global review. *Ecological Indicators*, 118, 106764.
- Costa, L. L., Mothé, N. A., da Silva Oliveira, A., & Arueira, V. F. (2022). Conservation shortcuts: a promisor approach for impact assessments and management of sandy beaches. En: Goncalves, S. C., & Ferreira, S. M. F., (Eds.). *Sandy Beaches as Endangered Ecosystems*, 180–210. CRC Press.
- Cremella, B., Huot, Y., & Bonilla, S. (2018). Interpretation of total phytoplankton and cyanobacteria fluorescence from cross-calibrated fluorometers, including sensitivity to turbidity and colored dissolved organic matter. *Limnology and Oceanography: Methods*, 16, 881–894.
- da Silva Neto, J. X., Deucher, K. do N., Simplicio, A., Cunha, N. J. R. da, & Almeida, T. C. M. de. (2019). Influência do ambiente na estrutura de tamanho e biomassa da *Emerita brasiliensis* (Schmitt, 1935) na praia Brava e Guarda do Embaú. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 23, 32–35.
- de Álava, A., & Defeo, O. (1991). Distributional pattern and population dynamics of *Excirolana armata* (Isopoda: Cirolanidae) in a Uruguayan sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 33, 433–444.
- de Mendiburu, F. (2023). Statistical Procedures for Agricultural Research. [agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research](#)
- Defeo, O. (1996). Recruitment variability in sandy beach macroinfauna: much to learn yet. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69, 615–630.
- Defeo, O. (1998). Testing hypotheses on recruitment, growth, and mortality in exploited bivalves: an experimental perspective. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, 257–264.
- Defeo, O., & de Álava, A. (1995). Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series* 123, 73– 82.

- Defeo, O., & Elliott, M. (2021). The 'triple whammy' of coasts under threat – Why we should be worried! *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111832.
- Defeo, O., Layerle, C., & Masello, A. (1986). Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente (Chile)*, 8, 48-57.
- Defeo, O., Jaramillo, E., & Lyonnet, A. (1992). Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, 830-839.
- Defeo, O., Gomez, J., & Lercari, D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, 212, 159-170.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher, T. A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., & Scapini, F. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81, 1– 12.
- Defeo, O., Castrejón, M., Pérez-Castañeda, R., Castilla, J. C., Gutiérrez, N. L., Essington, T. E., & Folke, C. (2016). Co-management in Latin American small-scale shellfisheries: assessment from long-term case studies. *Fish and Fisheries*, 17, 176-192.
- Defeo, O., McLachlan, A., Armitage, D., Elliott, M., & Pittman, J. (2021). Sandy beach social–ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19, 564–573.
- Delgado, E., & Defeo, O. (2007). Tisular and population level responses to habitat harshness in sandy beaches: the reproductive strategy of *Donax hanleyanus*. *Marine Biology*, 152, 919-927.
- Delgado, E., & Defeo, O. (2008). Reproductive plasticity in mole crabs, *Emerita brasiliensis*, in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Marine Biology*, 153, 1065-1074.
- Ehler, C. (2008). Conclusions: benefits, lessons learned, and future challenges of marine spatial planning. *Marine Policy*, 32, 840-843.
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Borja, A., Cormier, R., de Jonge, V. N., & Turner, R. K. (2017). “And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!” - A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118, 27–40.
- Emery, K. O. (1961). A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6, 90-93.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27, 3-26.
- Gianelli, I., Martínez, G., & Defeo, O. (2015). An ecosystem approach to small-scale co-managed fisheries: the yellow clam fishery in Uruguay. *Marine Policy*, 62, 196-202.
- Gianelli, I., Ortega, L., Pittman, J., Vasconcellos, M., & Defeo, O. (2021). Harnessing scientific and local knowledge to face climate change in small-scale fisheries. *Global Environmental Change*, 68.
- González, E. (2010, Setiembre 24). Canal Andreoni arrastra residuos y afecta a la playa de la Coronilla. El País. [Canal Andreoni arrastra residuos y afecta a la playa de la Coronilla - EL PAÍS Uruguay \(elpais.com.uy\)](http://elpais.com.uy)
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Gutiérrez, O., & Panario, D. (2017). Caracterización y dinámica de la costa uruguaya, una revisión. *Ciencias Marino-Costeras en el Umbral del Siglo XXI, desafíos en Latinoamérica y el Caribe*, 61-91.

- Haines-Young, R. & Potschin, M. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Available from www.cices.eu
- Harris, L. R., & Defeo, O. (2022). Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives. *Ecosystem Services*, 57.
- Harris, L., Nel, R., Holness, S., & Schoeman, D. (2015). Quantifying cumulative threats to sandy beach ecosystems: a tool to guide ecosystem-based management beyond coastal reserves. *Ocean and Coastal Management*, 110, 12-24.
- Jorge-Romero, G., Lercari, D., Ortega, L., & Defeo, O. (2019). Long-term ecological footprints of a man-made freshwater discharge onto a sandy beach ecosystem. *Ecological Indicators*, 96, 412–420.
- Jorge-Romero, G., Celentano, E., Lercari, D., Ortega, L., Licandro, J. A., & Defeo, O. (2021). Long-term and multilevel impact assessment of the 2015–2016 El Niño on a sandy beach of the southwestern Atlantic. *Science of The Total Environment*, 775, 145689.
- Jorge-Romero, G., Elliott, M., & Defeo, O. (2022). Managing beyond ecosystem limits at the land-sea interface: The case of sandy beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113838.
- Komperda, R. (2017). Likert-type survey data analysis with R and RStudio. En: Gupta, T. (Ed.). *Computer-Aided Data Analysis in Chemical Education Research (CADACER): Advances and Avenues*, 91-116. American Chemical Society.
- Lercari, D., & Defeo, O. (1999). Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49, 457-468.
- Lercari, D., & Defeo, O. (2003). Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58, 17-24.
- Lercari, D., & Defeo, O. (2006). Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68, 27–35.
- Lercari, D., & Defeo, O. (2015). Large-scale dynamics of sandy beach ecosystems in transitional waters of the Southwestern Atlantic Ocean: Species turnover, stability and spatial synchrony. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 154, 184–193.
- Lercari, D., Defeo, O., & Celentano, E. (2002). Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 1397-1404.
- Lercari, D., Bergamino, L., & Defeo, O. (2010). Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamics: comparing ecosystem structure and biomass flow. *Ecological Modelling*, 221, 2751-2759.
- Leslie, H. M., & McLeod, K. L. (2007). Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 540-548.
- Levin, N., Kidron, G. J., & Ben-Dor, E. (2006). The spatial and temporal variability of sand erosion across a stabilizing coastal dune field. *Sedimentology*, 53, 697-715.
- Lozoya, J. P., & Defeo, O. (2006). Effects of a freshwater canal discharge on an ovoviviparous isopod inhabiting an exposed sandy beach. *Marine and Freshwater Research*, 57, 421-428.
- Lozoya, J. P., Gómez, J., & Defeo, O. (2010). Modelling large-scale effects of estuarine and morphodynamic gradients on distribution and abundance of the sandy beach isopod *Excirolana armata*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87, 472-478.

- Luijendijk, A., Hagenaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G., & Aarninkhof, S. (2018). The state of the world's beaches. *Scientific Reports*, 8, 1-11.
- Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243-253.
- Masello, A., & Defeo, O. (1986). Determinación de la longitud de primera madurez sexual en *Mesodesma mactroides* (Deshayes 1854). *Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay*, 6, 387-395.
- McLachlan, A., & Dorvlo, A. (2005). Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *Journal of Coastal Research*, 21, 674-687.
- McLachlan, A., & Defeo, O. (2018). *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press.
- McLachlan, A., Defeo, O., Jaramillo, E., & Short, A. D. (2013). Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. *Ocean & Coastal Management*, 71, 256-268.
- Méndez, S., & Anciaux, F. (1991). Efectos en las características del agua costera provocados por la descarga del Canal Andreoni en la playa de La Coronilla (Rocha, Uruguay). *Frente Marítimo*, 8, 101-107.
- Micallef, A., & Williams, A. T. (2002). Theoretical strategy considerations for beach management. *Ocean and Coastal Management*, 45, 261-275.
- Ocaña, F. A., Cuevas, E., Sauma-Castillo, L., López-Castro, M., & Guerra-Castro, E. (2022). A quantitative three-step approach for guiding sandy beach management. *Ocean and Coastal Management*, 229, 106337.
- Orlando, L., Ortega, L., & Defeo, O. (2019). Multi-decadal variability in sandy beach area and the role of climate forcing. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 218, 197-203.
- Orlando, L., Ortega, L., & Defeo, O. (2020). Urbanization effects on sandy beach macrofauna along an estuarine gradient. *Ecological Indicators*, 111, 106036.
- Orlando, L., Ortega, L., & Defeo, O. (2021). Perspectives for sandy beach management in the Anthropocene: Satellite information, tourism seasonality, and expert recommendations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 262, 107597.
- Ortega, L., Celentano, E., Delgado, E., & Defeo, O. (2016). Climate change influences on abundance, individual size and body abnormalities in a sandy beach clam. *Marine Ecology Progress Series*, 545, 203-213.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325, 419-422.
- Pilkey, O. H., Longo, N. J., & Neal, W. J. (2022). *Vanishing sands: losing beaches to mining*. Duke University Press.
- Rangel-Buitrago, N., Neal, W., Pilkey, O., & Longo, N. (2022). The global impact of sand mining on beaches and dunes. *Ocean & Coastal Management*, 235, 106492.
- Reyes-Martínez, M. J., Ruíz-Delgado, M. C., Sánchez-Moyano, J. E., & García-García, F. J. (2015). Response of intertidal sandy-beach macrofauna to human trampling: An urban vs. natural beach system approach. *Marine Environmental Research*, 103, 36-45.
- Risoli, M. C., Defeo, O., & Lomovasky, B. J. (2021). Living on the edge: population parameters of the wedge clam *Donax hanleyanus* in the southernmost limit of its distribution range, southwestern Atlantic, Argentina. *Canadian Journal of Zoology*, 99, 713-720.

- Risoli, M. C., Piola, A. R., Defeo, O., Luzzatto, D., Celentano, E., & Lomovasky, B. J. (2023). Testing macroecological hypotheses in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in South America. *Marine Ecology Progress Series*, 707, 43-56.
- Roswell, M., Dushoff, J., & Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos*, 130, 321-338.
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 16083-16088.
- Small, C., & Nicholls, R. J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research*, 19, 584-599.
- Sosa, G. (2007, febrero 22). Hasta La Coronilla de falsas promesas. El País. [Hasta La Coronilla de falsas promesas - EL PAÍS Uruguay \(elpais.com.uy\)](https://elpais.com/uruguay/2007/02/22/hasta-la-coronilla-de-falsas-promesas-20070222.html).
- Suciu, M. C., Tavares, D. C., & Zalmon, I. R. (2018). Comparative evaluation of crustaceans as bioindicators of human impact on Brazilian sandy beaches. *Journal of Crustacean Biology*, 38, 420-428.
- Tinley, K. L. (1985). Coastal dunes of South Africa. National Scientific Programmes Unit: CSIR.
- Torres, A., Palacín, C., Seoane, J., & Alonso, J. C. (2011). Assessing the effects of a highway on a threatened species using Before–During–After and Before–During–After–Control–Impact designs. *Biological Conservation*, 144, 2223–2232.
- Underwood, A. J. (1991). Beyond BACI: experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. *Marine and Freshwater Research*, 42, 569-587.
- Uruguay Desde Lo Alto (2019, noviembre). Desembocadura del Arroyo Chuy, Rocha. Stonek Fotografía. [Desembocadura del arroyo Chuy, Rocha | Uruguay Desde Lo Alto](https://www.uruguaydesdeloato.com/2019/11/desembocadura-del-arroyo-chuy-rocha/)
- Veloso, V. G., Silva, E. S., Caetano, C. H. S., & Cardoso, R. S. (2006). Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. *Biological Conservation*, 127, 510– 515.
- Vieira, J. V., Borzone, C. A., Lorenzi, L., & Carvalho, F. G. D. (2012). Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60, 135-148.
- Viera W. G. (2019, abril 26). La Coronilla: estampas desde la memoria colectiva de sus años dorados. *Revista Histórica Rochense*. [Revista Histórica Rochense » Blog Archive » LA CORONILLA: ESTAMPAS DESDE LA MEMORIA COLECTIVA DE SUS AÑOS DORADOS \(revistahistoricarochense.com.uy\)](https://www.revistahistoricarochense.com/2019/04/26/la-coronilla-estampas-desde-la-memoria-colectiva-de-sus-anos-dorados/)
- Zhou, Y., Smith, S. J., Elvidge, C. D., Zhao, K., Thomson, A., & Imhoff, M. (2014). A cluster-based method to map urban area from DMSP/OLS nightlights. *Remote Sensing of Environment*, 147, 173-185.

9. Anexo

Tabla 1A. Tabla completada por los expertos consultados en la elicitación de expertos.

NOMBRE DE LA PLAYA	LOCALIZACIÓN	DUNAS	ESPECIES EMBLEMÁTICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD MACROBENTÓNICA	IVC	INFRAESTRUCTURA	SEGURIDAD Y SALUD	CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA	IVR
Barra del Chuy	-33.765266, -53.395823								
Sitio Control	-33.804144,-53.436677								
La Coronilla	-33.897198,-53.507575								

Tabla 2A. Índices (media \pm SE) de Shannon-Wiener, Simpson, Equitatividad y Hill para la comunidad macrofaunística de los tres sitios analizados del SES La Coronilla - Barra del Chuy (Rocha, Uruguay) en 2012, 2023 y 2024.

Índices	La Coronilla			Control			Barra del Chuy		
	2012	2023	2024	2012	2023	2024	2012	2023	2024
Shannon-Wiener	1.68 \pm 0.05	1.12 \pm 0.01	0.74 \pm 0.03	1.33 \pm 0.02	1.26 \pm 0.07	1.38 \pm 0.03	1.70 \pm 0.06	1.40 \pm 0.02	1.48 \pm 0.02
Simpson	4.60 \pm 0.41	2.46 \pm 0.06	1.63 \pm 0.05	2.83 \pm 0.07	2.60 \pm 0.22	3.35 \pm 0.12	3.90 \pm 0.24	3.34 \pm 0.03	3.67 \pm 0.07
Equitatividad	0.47 \pm 0.04	0.34 \pm 0.01	0.33 \pm 0.01	0.21 \pm 0.01	0.25 \pm 0.01	0.35 \pm 0.01	0.21 \pm 0.01	0.34 \pm 0.01	0.40 \pm 0.02
Hill (N1)	4.29 \pm 0.17	3.67 \pm 0.28	2.11 \pm 0.06	2.40 \pm 0.05	3.12 \pm 0.05	4.02 \pm 0.12	5.66 \pm 0.40	3.78 \pm 0.09	4.42 \pm 0.06
Hill (N2)	3.59 \pm 0.19	2.57 \pm 0.21	1.63 \pm 0.05	1.78 \pm 0.04	2.50 \pm 0.05	3.34 \pm 0.11	3.90 \pm 0.24	3.04 \pm 0.07	3.67 \pm 0.07

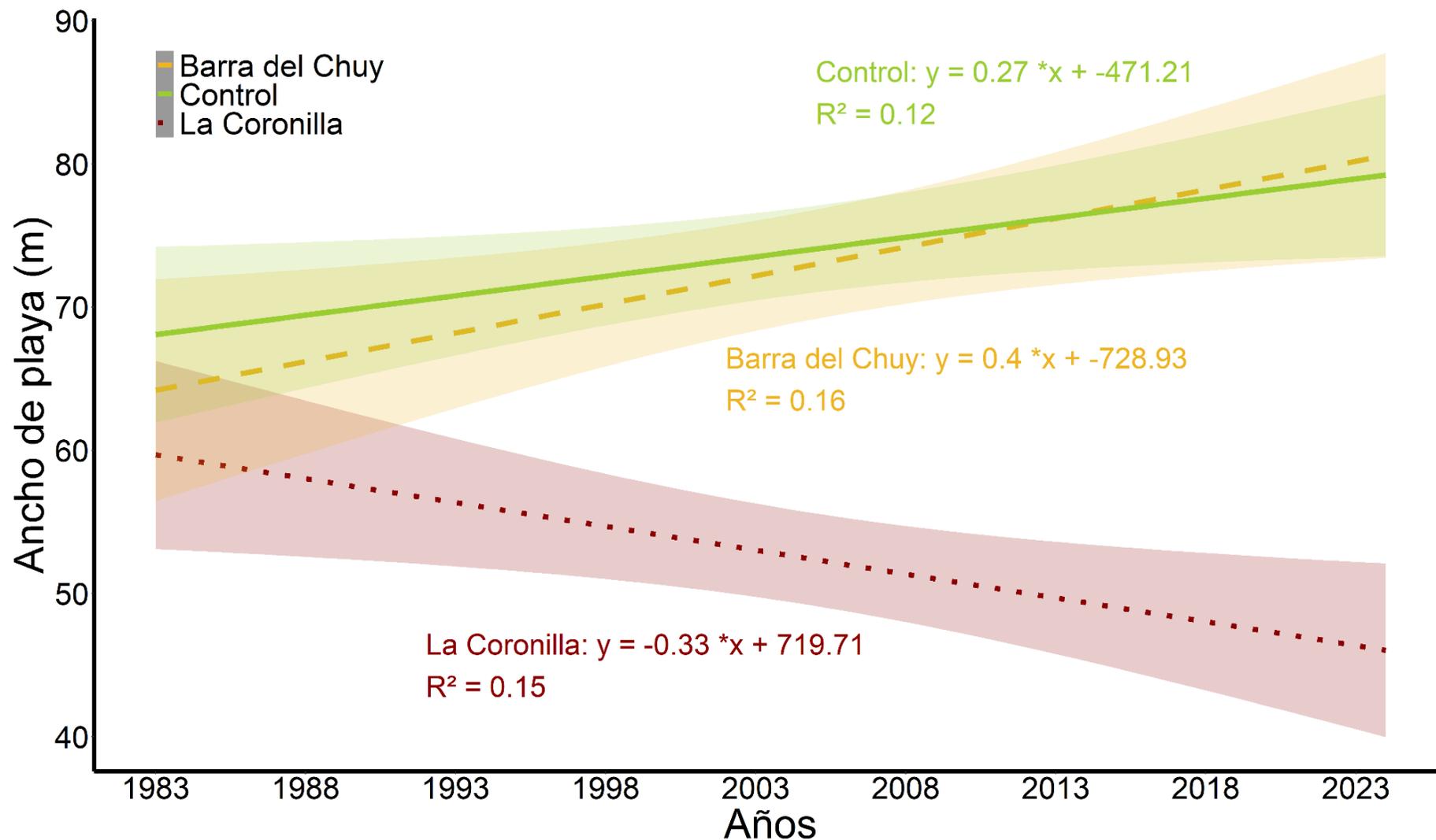


Figura 1A. Tendencias a largo plazo (1983-2024) calculadas a partir de las medias anuales del ancho de playa (en metros) para los tres sitios analizados del SES La Coronilla-Barra del Chuy (Rocha, Uruguay), incluyendo las correspondientes ecuaciones de los modelos y su bondad de ajuste, representada por R²

Cuestionario 1A. Entrevista a residentes y turistas.

En el marco de la tesina de grado “Evaluación de los efectos de actividades antrópicas en el sistema social-ecológico costero La Coronilla-Barra del Chuy, utilizando conocimiento científico y tradicional” de la estudiante Julieta Olalde del Laboratorio de Ciencias del Mar (UNDECIMAR), Facultad de Ciencias (UDELAR), se busca, a través de este cuestionario, evaluar la percepción sobre el turismo de diferentes actores locales del balneario.

Desde ya, agradecemos su tiempo y buena disposición para participar de este breve cuestionario.

Fecha:

Nombre:

Edad:

¿Hace cuanto que vive o visita la zona?

1. Usted es:

Residente

Turista frecuente

2. Dónde reside o veranea:

- La Coronilla

- Barra del Chuy

- Otro

Si contestó otro: ¿Dónde?

3. En qué grado está usted de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

3.1 Barra del Chuy¹⁵ tiene mayor turismo que La Coronilla.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

Sí contestó “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo”:

3.1.2 ¿Puede asociar esta diferencia en el turismo entre balnearios a alguno de estos factores?

- **Infraestructura turística**
- **Belleza escénica**
- **Cercanía al Chuy (frontera)**

¹⁵ A efectos prácticos, cuando se hace referencia a Barra del Chuy, se toma Barra del Chuy y Puimayen como un único balneario.

- Canal Andreoni
- Otro:

3.2 Barra del Chuy tiene mayor infraestructura turística¹⁶ que La Coronilla.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

3.3 Entre Barra del Chuy y La Coronilla no hay infraestructura turística.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

3.3.1 Si contesto “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo” o “ni de acuerdo ni en desacuerdo”: ¿Podría justificar su respuesta?

3.4 La temporada turística en Barra del Chuy es más extensa que en La Coronilla.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

3.5 En los últimos años (temporadas 2022-23 y 2023-24) el flujo de turistas fue mayor que en años anteriores (en el sitio que marcó en la pregunta 2).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

3.5 Hace 20 años (aproximadamente 2004) había más turistas que en las temporadas actuales (en el sitio que marcó en la pregunta 2).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

¹⁶ Se toma la infraestructura turística como la cantidad de viviendas/cabañas/campings disponibles para turistas, cantidad de locales gastronómicos, comercios, sitios de entretenimiento y transporte.



4. Respecto a la macrofauna de la playa

4.1.1 He observado variaciones en la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

4.1.2 El cambio observado en la abundancia (cantidad de organismos) de la almeja fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.1.3 El cambio observado en el tamaño de la almeja fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.1.4 Estos cambios empezaron hace:

Menos de 5 años	10 años	15 años	20 años	Más de 20 años
-----------------	---------	---------	---------	----------------

No sé

4.1.5 El lugar donde hay más almeja es:

Barra del Chuy	La Coronilla	Desde donde termina Barra del Chuy hasta antes del comienzo de La Coronilla
----------------	--------------	---

No sé



4.2.1 He observado variaciones en *Donax hanleyanus* (berberecho).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

4.2.2 El cambio observado en la abundancia (cantidad de organismos) del berberecho fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.2.3 El cambio observado en el tamaño del berberecho fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.2.4 Estos cambios empezaron hace:

Menos de 5 años	10 años	15 años	20 años	Más de 20 años
-----------------	---------	---------	---------	----------------

No sé

4.2.5 El lugar donde hay más berberecho es:

Barra del Chuy	La Coronilla	Desde donde termina Barra del Chuy hasta antes del comienzo de La Coronilla
----------------	--------------	---

No sé

4.3.1 He observado cambios en el tatucito (*Emerita brasiliensis*).



Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

4.3.2 El cambio observado en la abundancia (cantidad de organismos) del tatucito fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.3.3 El cambio observado en el tamaño del tatucito fue:

Aumentó mucho	Aumentó	Ni aumentó ni disminuyó	Disminuyó	Disminuyó mucho
---------------	---------	-------------------------	-----------	-----------------

No sé

4.3.4 Estos cambios empezaron hace:

Menos de 5 años	10 años	15 años	20 años	Más de 20 años
-----------------	---------	---------	---------	----------------

No sé

4.3.5 El lugar donde hay más tatucito es:

Barra del Chuy	La Coronilla	Desde donde termina Barra del Chuy hasta antes del comienzo de La Coronilla
----------------	--------------	---

No sé

4.4 He observado cambios en las aves en general.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

Si 4.4 es positiva:

7.4.1 El cambio fue:

Aumento

Disminución

7.4.2 ¿Recuerda qué organismos (especies) aparecieron/desaparecieron?

4.4.3 Estos cambios empezaron hace:

Menos de 5 años	10 años	15 años	20 años	Más de 20 años
-----------------	---------	---------	---------	----------------

No sé

4.4.5 El lugar donde hay más aves es:

Barra del Chuy	La Coronilla	Entre Barra del Chuy y La Coronilla (en la zona menos urbanizada)
----------------	--------------	---

No sé

¿Algo más que le parezca relevante agregar?

¿Da su consentimiento para que esta información analizada sea publicada en la tesina de grado y posibles publicaciones científicas?

Cabe aclarar que los datos personales NO serán revelados y la información será tratada de forma completamente anónima.

Si No

Firma: _____

Cuestionario 2A. Entrevista a operadores turísticos.

En el marco de la tesina de grado “Evaluación de los efectos de actividades antrópicas en el sistema social-ecológico costero La Coronilla-Barra del Chuy, utilizando conocimiento científico y tradicional” de la estudiante Julieta Olalde del Laboratorio de Ciencias del Mar (UNDECIMAR), Facultad de Ciencias (UDELAR), se busca, a través de este cuestionario, evaluar la percepción sobre el turismo de diferentes actores locales del balneario.

Desde ya, agradecemos su tiempo y buena disposición para participar de este breve cuestionario.

Fecha:

Lugar:

Nombre:

Edad:

¿Hace cuánto tiempo que vive en la zona?

1. Dentro de los operadores turísticos, en qué rubro opera actualmente:

- A. Comercio
- B. Empresa de transporte
- C. Inmobiliaria
- D. Complejo turístico
- E. Entretenimiento
- F. Gastronómico
- G. Otro
Especifique:

2. ¿Desde qué año trabaja en el rubro turístico?

3. ¿En qué momento del año se desarrolla la temporada turística en el balneario?

4. ¿Cuándo se produce el pico¹⁷ de clientes?

5. Este pico de clientes, ¿Siempre se produjo en el mismo momento de la temporada?

Si No

Si (5) es negativa:

5.1 ¿Cuándo y entre qué años era antes?

6. En qué grado está usted de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

6.1 Barra del Chuy¹⁸ tiene más turistas que La Coronilla.

¹⁷ Pico hace referencia al momento en el que hay la mayor cantidad de turistas durante la temporada.

¹⁸ A efectos prácticos, cuando se hace referencia a Barra del Chuy, se toma Barra del Chuy y Puimayen como un solo balneario.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

6.2 Barra del Chuy tiene mayor infraestructura turística¹⁹ que La Coronilla.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

6.3 Entre Barra del Chuy y La Coronilla no hay infraestructura turística.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

6.3.1 Si respondió “muy en desacuerdo”, “en desacuerdo” o “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, ¿Podría justificar su respuesta?

6.4 La temporada turística en Barra del Chuy es más extensa que en La Coronilla.

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

6.5 En los últimos años (temporadas 2022-23 y 2023-24) el flujo de turistas fue mayor (en este sitio).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

6.6 Hace 20 años (aproximadamente 2004) había más turistas que en las temporadas actuales (en este balneario).

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
-------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

No sé

¹⁹ Se toma la infraestructura turística como la cantidad de viviendas/cabañas/campings disponibles para turistas, cantidad de locales gastronómicos, comercios, sitios de entretenimiento y transporte.

7. ¿Cree que en los últimos años hubo un cambio en la fauna (aumento o disminución) de la playa? (Ej. almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*), berberecho (*Donax hanleyanus*), tatucito (*Emerita brasiliensis*) y aves en general)

Si (7) es afirmativa, ¿Cuál?, ¿En qué especies? Y ¿En qué sitios de la playa?

8. ¿Algo más que considere relevante agregar?

Preguntas exclusivas para aquellos que marcaron 1B (empresas de transporte)

1. ¿Se ofrece mayor frecuencia de turnos durante la temporada turística?

Sí No

2. Si la respuesta anterior es afirmativa:

2.1 ¿Cuántos turnos-coches extras se ofrecen?

2.2 ¿Desde cuándo y hasta cuándo se ofrecen?

2.3 ¿Estos turnos funcionan durante el resto del año sin entrar a La Coronilla o a Barra del Chuy?

3. ¿Algo más que le parezca relevante agregar?

Preguntas exclusivas para aquellos que marcaron 1C y 1D (inmobiliarias y complejos turísticos)

1. ¿En qué momento del año comienzan a realizarse las reservas?

2. ¿Cuál es el mes inicial para el que se alquila?

3. ¿Cuál es el mes final para el que se realizan alquileres?

4. ¿Considera que hay más turistas propietarios durante la temporada que personas que alquilan casas o acampan?

5. ¿En los últimos años hubo un incremento en la venta de propiedades?

6. ¿Desea agregar algo más?

¿Da su consentimiento para que esta información analizada sea publicada en la tesina de grado y posibles publicaciones científicas?

Cabe aclarar que los datos personales NO serán revelados y la información será tratada de forma completamente anónima.

Sí No

Firma: _____