

Artículo original

## Hábitats prioritarios en un humedal costero del Pacífico: propuesta de un índice basado en servicios ecosistémicos

### Priority habitats of a Pacific coastal wetland: Proposal for an index based on ecosystem services

Diana Ochoa-Balbacea<sup>1</sup>, Sergio Gonzales<sup>2,4</sup>, Antony Apeño<sup>2,3</sup>, Héctor Aponte<sup>2,4,\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>3</sup> Programa de gobernanza marino-costera de la ONG CooperAcción, Lima, Perú

<sup>4</sup> Coastal Ecosystems of Perú Research Group, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

## Resumen

Una forma de valorar los humedales consiste en identificar sus servicios ecosistémicos y utilizar esta información para su conservación. El objetivo del presente estudio fue proponer un índice basado en servicios ecosistémicos potenciales (SEP) para priorizar la conservación de hábitats y aplicarlo como estudio de caso en el humedal Santa Rosa (Lima, Perú). Se utilizaron los inventarios y registros de hábitats de las plantas vasculares y aves del humedal y se realizaron visitas complementarias para confirmar los datos. Con base en la bibliografía, se determinaron los SEP de estas especies y se calculó el número de SEP (NSEP) en cada hábitat. Para determinar el índice de priorización (IP) se utilizó dicho número y la extensión de cada hábitat, y se evaluó la correlación entre el área, la riqueza, el número de SEP y el IP. El cuerpo de agua principal y la zona arbustiva presentaron el número más alto de SEP (25) y el mayor valor de IP (6,87 SEP/ha). Los valores más bajos se registraron en la zona de playa (7 SEP: 0,88 SEP/ha) y la zona sin vegetación (7 SEP: 0,60 SEP/ha). Se observó que la riqueza de especies fue directamente proporcional al NSEP ( $p < 0,05$ ; prueba de Spearman); las otras variables no mostraron correlación. Se constató que actividades como arrojar los desechos del desmonte disminuyen la riqueza de especies y genera hábitats con valores bajos de NSEP. El índice propuesto determinó que la zona arbustiva es un hábitat prioritario de conservación en el humedal evaluado. Se discuten las fortalezas y limitaciones del uso de este índice.

**Palabras clave:** Conservación; Hábitat; Humedal costero; Índice de priorización; Servicios ecosistémicos.

## Abstract

One way to value wetlands is to identify their ecosystem services (ES) and use this information for their conservation. Here we proposed an index based on potential ES to prioritize the conservation of habitats and apply it as a case study in the Santa Rosa wetland (Lima, Perú). Habitat inventories and records of the vascular plants and wetland birds were used and confirmed by field visits. Using the information found in the literature, the potential ES of these species were determined and their number was calculated for each habitat. We used the number of potential ES and the extension of each habitat to determine the prioritization index (PI), and we determined the correlation among area, richness, number of potential ES, and PI. The main water body and the shrub zone presented the highest number of potential ES (25) and the highest PI (6.87 potential ES/ha). The lowest values were recorded in the beach area (7 potential ES: 0.88 potential ES/ha) and the zone with no vegetation (7 potential ES: 0.60 potential ES/ha). We observed that the richness of species was directly proportional to the number of potential ES ( $p < 0.05$ , Spearman's test); the other variables did not show correlation. Activities such as land clearing reduce species richness generating habitats with few potential ES. The proposed index identified the shrub zone as a priority conservation habitat in the evaluated wetland. The strengths and limitations of using this index are discussed.

**Keywords:** Conservation; Habitats; Coastal wetland; Priority index; Ecosystem services

**Citación:** Ochoa-Balbacea D, Gonzales S, Apeño A, Aponte H. Hábitats prioritarios en un humedal costero del Pacífico: propuesta de un índice basado en servicios ecosistémicos. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 46(178):182-191, enero-marzo de 2022. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefy.1569>

**Editor:** Gabriel Roldán

**\*Correspondencia:**

Héctor Aponte;

[haponte@cientifica.edu.pe](mailto:haponte@cientifica.edu.pe)

**Recibido:** 23 de octubre de 2021

**Aceptado:** 11 de febrero de 2021

**Publicado:** 23 de marzo de 2022



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

## Introducción

A pesar de que la conservación de los ecosistemas es un tema prioritario, los recursos y esfuerzos para protegerlos son limitados (McCarthy, *et al.*, 2012). Una de las medidas para conservarlos es la selección de áreas prioritarias utilizando patrones de riqueza de especies, endemismo, biodiversidad o servicios ecosistémicos (Roberts, *et al.*, 2002; Ego, *et al.*, 2007; Suárez-Mota & Téllez-Valdés, 2014). Los servicios ecosistémicos (SE) se definen como beneficios que derivan de los ecosistemas para el aprovechamiento y bienestar del ser humano. Pueden categorizarse en servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte (Millenium Ecosystem Assessment-MEA, 2005). La valoración económica de estos beneficios sirve como base para obtener apoyo monetario y social que luego se invierte en la mantención de los SE (Duarte, *et al.*, 2016). Asimismo, existen servicios ecosistémicos potenciales (SEP) con beneficios concretos por demanda, uso o disfrute de las personas (Gómez-Baggeth & de Groot, 2007).

Los humedales son un tipo de ecosistema con alto valor monetario debido a los SE que ofrecen (valorados en 47,4x10<sup>12</sup>Int\$ año<sup>-1</sup> a nivel mundial) (Davidson, *et al.*, 2019). Estos ecosistemas brindan múltiples bienes y servicios a la población humana, entre ellos, el control de los flujos de agua, la regulación de los niveles de carbono, la provisión de entornos con valores culturales, y la provisión de plantas útiles (MEA, 2005). A pesar de ello, se ven afectados por impactos antrópicos y siguen disminuyendo en calidad y extensión a nivel mundial, por lo que sus SE se reducen (Gardner, *et al.*, 2015).

Perú registra 92 humedales costeros que forman parte del corredor del Pacífico (Pronaturaleza, 2010). Debido a su cercanía con las áreas urbanas, muchos de ellos se han visto afectados, como se constata en Moschella (2012). Uno de estos ecosistemas es el humedal Santa Rosa, constantemente amenazado por actividades de agricultura, crianza de ganado, pastoreo y disposición de desechos (domésticos y de construcción) de la población local (Aponte & Cano, 2013). A pesar de esta situación, el humedal tiene una considerable riqueza de flora y fauna (Aponte, *et al.*, 2012; Gonzáles, *et al.*, 2019; Apeño, 2020; Castillo-Velásquez & Huamantico-Araujo, 2020) y un gran potencial para proveer recursos aprovechables como fibras (*Schoenoplectus americanus* y *Thypha domingensis*), plantas medicinales (*Heliotropium curassavicum* y *Bacopa Monnieri*), plantas ornamentales (*Eicchornia crassipes*) y plantas forrajeras (*Lemna gibba*) (Aponte & Cano, 2013). En los últimos años, este ecosistema enfrenta también amenazas como la construcción de un megapuerto en zonas cercanas (Apeño, 2020), por lo que conocer los SEP que brinda y sus especies permitiría determinar herramientas para su conservación.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los hábitats del humedal Santa Rosa utilizando un índice para su priorización basado en los SEP de cada uno y su extensión, con el fin de contribuir a diseñar estrategias de conservación basadas en los servicios ecosistémicos, lo que brinda una visión complementaria de la riqueza de especies o de su vulnerabilidad.

## Metodología

### Área de estudio

El Humedal Santa Rosa está ubicado al norte de la ciudad de Lima, en el distrito de Chancay, provincia de Huaral (11°36'01,4" S - 77°15'54,0" W). Delimita al norte y parte del noroeste con el cerro El Cascajo, al este está rodeado por las colinas bajas del cerro Salinas, en el oeste colinda con el océano Pacífico (playa El Cascajo), y al sur, con zonas agrícolas de las localidades de Peralvillo y Salinas Alta (Aponte, *et al.*, 2012).

### Preparación del mapa de hábitats

Para conocer la extensión de los hábitats y sus límites, se hicieron recorridos en la zona de estudio entre abril y julio del 2019. Los hábitats se clasificaron según su vegetación dominante basándose en Aponte & Ramírez (2011), y se registraron sus límites con ayuda de un receptor GPS. Los datos se procesaron con Google Earth Pro y ArcGIS mediante el trazado de polígonos para cada hábitat.

### ***Servicios ecosistémicos potenciales según la vegetación (SEP)***

La distribución de las plantas vasculares en los hábitats se tomó de la base de datos de **González, et al.** (2019), la cual contiene información de su estudio del 2018 con el registro del hábitat en donde se encontró cada especie. Además, se hicieron visitas complementarias durante diciembre del 2019 y enero del 2020 para verificar *in situ* si las especies se encontraban en los hábitats mencionados.

Para la identificación de los SEP de las plantas vasculares de este humedal se utilizó la base de datos de la **US Department of Agriculture-DA** (2018) que contiene información sobre los usos de las plantas de este humedal. Asimismo, se consultó en **León, et al.** (1998) el uso potencial de las especies de humedales, y en **Rutter** (2008), el catálogo de plantas útiles de la Amazonía, el cual incluye plantas de ambientes acuáticos. A partir de estos trabajos se establecieron los SEP de las especies, principalmente los de aprovisionamiento (de fibras, medicinas naturales y materiales de construcción).

Se consideró que todas las especies vegetales prestaban el servicio de producción primaria (de soporte) y de regulación del clima por medio del secuestro de carbono, ya que todas las especies de flora vascular evaluadas realizan fotosíntesis y, por consiguiente, capturan carbono en mayor o menor medida (**de Groot, et al.**, 2000; **Ma, et al.**, 2018; **MEA**, 2005). También se consideró que todas las especies vegetales tenían SEP relacionados con el ciclo de nutrientes dado el papel de la biota en el almacenamiento y reciclaje de nutrientes (por ejemplo, nitrógeno, fósforo y azufre) (**de Groot, et al.**, 2002), lo que no afectó la comparación entre los hábitats con vegetación, pero sí sirvió para compararlos con aquellos sin vegetación.

Los SEP se clasificaron como de soporte, regulación, aprovisionamiento y valor cultural siguiendo la estructura del **MEA** (2005).

### ***SEP según la distribución de las aves***

La distribución de las aves en cada hábitat se tomó de **Apeño** (2020), quien estudió las aves de este humedal en el periodo de marzo del 2018 a febrero del 2019. En dicho estudio se hicieron avistamientos por las mañanas (6 a.m.) en los hábitats previamente determinados considerando 360° de visión de un observador durante 10 minutos en un alcance máximo de 50 m. Las anotaciones de campo de dicho estudio se utilizaron como base para construir una matriz de distribución por hábitat.

Los SEP establecidos según las aves se basaron en la metodología sugerida por **Pacheco** (2013), en la cual se determina el hábito alimenticio primario de cada especie según su fuente de alimento: carroña (CA), néctar e insectos (NI), frutos o frutos y semillas (FS), néctar, frutos e insectos (NF), semillas e insectos (SI), pequeños invertebrados (PI), pequeños invertebrados y fruta (ON), pequeños vertebrados y grandes invertebrados (VI), grandes invertebrados, pequeños vertebrados y fruta (OM), y vertebrados (VE). Estos datos se extrajeron de los estudios de **del Hoyo, et al.** (2016), **Costa** (2019) y **Tello & Castillo-Polo** (2010). Una vez establecido el hábito alimenticio primario, se utilizó la equivalencia de SEP a la que correspondía cada hábito (tomada del trabajo de **Pacheco**, 2013). El SEP del ciclo de nutrientes se consideró a partir del papel de la biota en todas las especies como consumidoras (por ejemplo, nitrógeno, fósforo y azufre) (**de Groot, et al.**, 2002); esta adición no afectó la comparación entre hábitats.

Al igual que en las plantas, los SEP identificados se organizaron en las categorías de aprovisionamiento, regulación, valor cultural y soporte siguiendo la estructura del **MEA** (2005) con las adiciones de **Whelan, et al.** (2008).

### ***Cálculo del índice de priorización (IP)***

Se elaboró una matriz con las especies de flora vascular y avifauna, su hábitat, y los SEP que brindan. Se calculó el IP para cada hábitat mediante la Ecuación 1, de la siguiente manera:

$$IP = NSEP / A \quad (\text{Ecuación 1}),$$

donde  $I_p$  corresponde al índice de priorización,  $NSEP$  al número de SEP distintos reportados para cada hábitat, y  $A$  al área de la superficie del hábitat (en hectáreas).

Los IP de cada hábitat se ordenaron de mayor a menor y los valores más altos correspondieron a hábitats prioritarios. Con esta información se elaboró un mapa de los hábitats del humedal Santa Rosa indicando los IP mediante el programa Google Earth Pro y ArcGIS.

### Evaluación de la correlación

Para evaluar si existió correlación entre el área de los hábitats, el número de especies totales (plantas vasculares y aves) por hábitat, el NSEP y el IP, se hizo una prueba de correlación por pares de estas variables. Para ello se calculó el índice de correlación de Spearman (rs) para cada par después de verificar que cumplieran con el supuesto de normalidad (prueba de Shapiro Wilk), lo cual no se hizo para el IP ( $p > 0,05$ ).

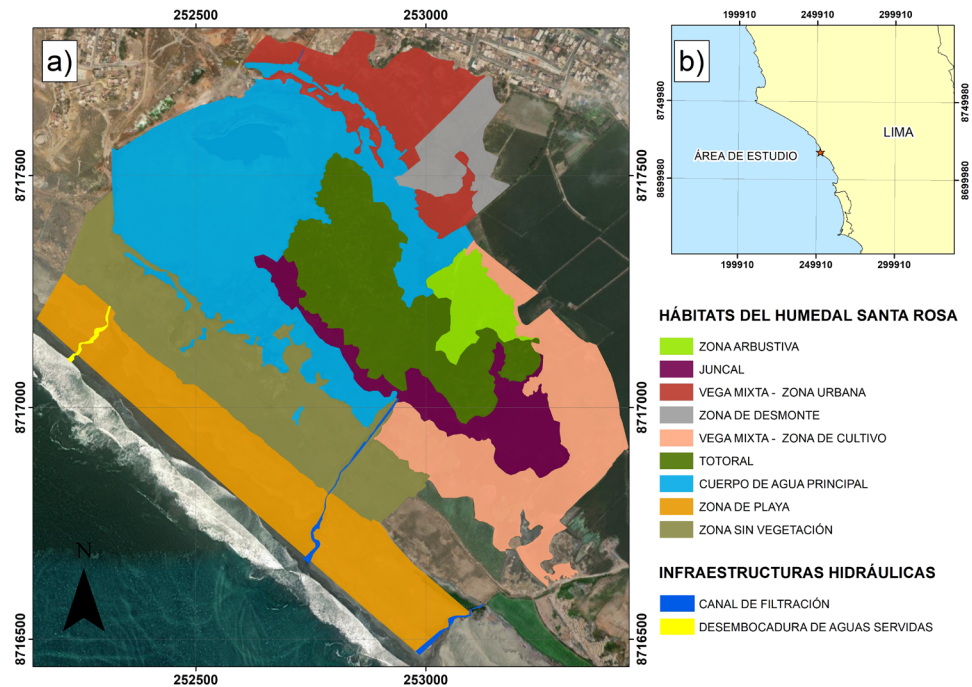
## Resultados

### Área de los hábitats evaluados

El área total del humedal fue de 84,86 ha, distribuidas en 9 hábitats, incluidos aquellos sin vegetación, los modificados y los perturbados: cuerpo de agua principal (23,10 ha), totoral (11,7 ha), zona sin vegetación (11,7 ha), vega mixta en zona de cultivo (11,6 ha), zona de playa (7,94 ha), vega mixta en zona urbana (7,53 ha), juncal (5,45 ha), zona de desmonte (3,22 ha) y zona arbustiva (2,62 ha) (**Figura 1**).

### SEP de las plantas vasculares y aves

La **tabla 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1569/3200>, contiene el listado de 89 especies de aves y sus SEP asignados; se reconocieron entre 5 y 7 SEP por especie ( $5,89 \pm 0,5$ ). Se registró presencia de la especie *Tadorna tadorna* en el humedal por primera vez en Perú (**Cotillo, et al.**, 2019). Por otro lado, en la **tabla 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1569/3200>, se incluyen las 57 especies de plantas vasculares, con 3 a 9 SEP por especie ( $4,5 \pm 1,68$ ).



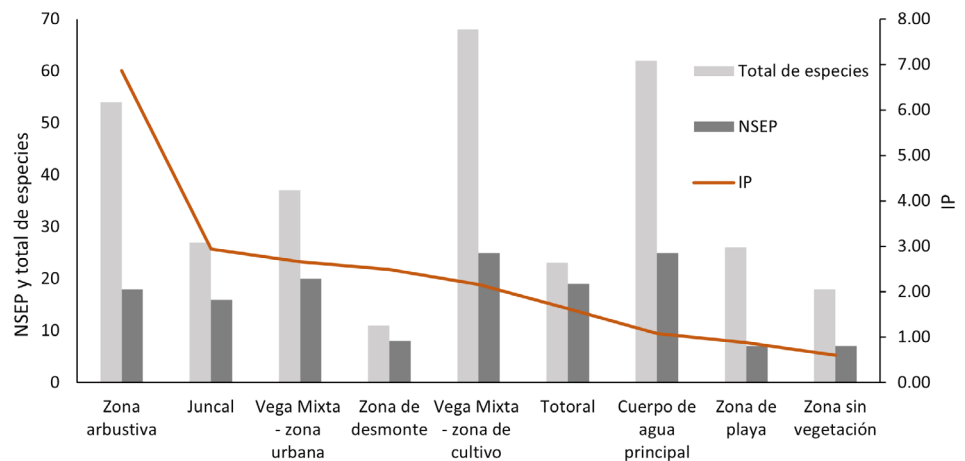
**Figura 1.** Mapas del humedal Santa Rosa donde se aprecian: **a)** sus hábitats y **b)** su posición con respecto a la costa de Lima

**IP por hábitat**

Los SEP establecidos para cada hábitat y su correspondiente IP se relacionan en la **tabla 1** y el resumen gráfico de los resultados en la **figura 2**. El hábitat que presentó la mayor cantidad de SEP fue el cuerpo de agua principal (25 SEP); sin embargo, el IP más alto (6,87 SEP/ha) se obtuvo en la zona arbustiva, con un total de 18 SEP distribuidos en la menor área de humedal (2,62 ha), seguida por el juncal, con 16 SEP en un área de 5,45 ha (IP: 2,94 SEP/ha). Los hábitats sin cobertura vegetal registraron los valores más bajos de SEP, dos de ellos con los NSEP e IP más bajos: la zona de playa (7 SEP: 0,88 SEP/ha) y la zona sin vegetación (7 SEP: 0,60 SEP/ha). Se reportaron valores intermedios para los otros hábitats. La **figura 3** muestra el mapa de los hábitats prioritarios de conservación con base en el IP. Estos resultados evidenciaron que la zona arbustiva es el hábitat prioritario.

**Tabla 1.** Extensión de hábitats, riqueza de especies, servicios ecosistémicos potenciales (SEP) e índice de priorización (IP)

Hábitats	Área (ha)	Especies aves	Especies de plantas vasculares	Total de especies	SEP aves	SEP plantas vasculares	NSEP	IP
Cuerpo de agua principal	23,10	46	16	62	8	17	25	1,08
Zona sin vegetación	11,70	18	0	18	7	0	7	0,60
Zona de desmonte	3,22	11	0	11	8	0	8	2,48
Zona arbustiva	2,62	41	13	54	9	9	18	6,87
Juncal	5,45	17	10	27	8	8	16	2,94
Totoral	11,70	21	2	23	8	11	19	1,62
Vega mixta - zona urbana	7,53	25	12	37	8	12	20	2,66
Vega mixta - zona de cultivo	11,60	24	44	68	8	17	25	2,16
Zona de playa	7,94	26	0	26	7	0	7	0,88



**Figura 2.** Número de especies, servicios ecosistémicos e índice de priorización en los diferentes hábitats del humedal Santa Rosa

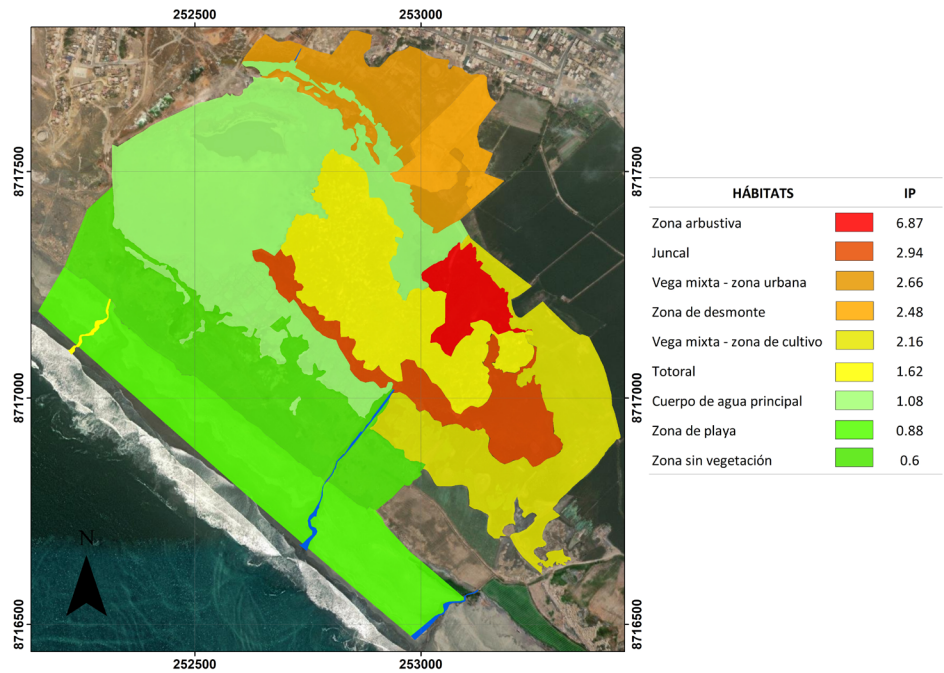


Figura 3. Mapa de los hábitats del humedal Santa Rosa indicando sus valores de IP

Tabla 2. Resultados del análisis de correlación del área de los hábitats

	A	N	NSEP	IP
A		0,78	0,44	0,01
N	0,11		0,02	0,45
NSEP	0,29	0,78		0,49
IP	-0,79	0,28	0,26	

Se indica el área (A), el número total de especies de flora vascular y aves por hábitat (N), el NSEP y el IP. La diagonal inferior izquierda presenta los resultados del índice de Spearman y la superior derecha contiene los valores de p de cada índice.

### Evaluación de la correlación

Los resultados de la prueba de correlación se muestran en el **tabla 2**. El análisis indicó que existía una correlación entre el número total de especies y el NSEP y entre ellas, la relación fue directamente proporcional ( $r=0,78$ ;  $p<0,05$ ) y se encontró una correlación inversamente proporcional entre A e IP ( $r=-0,79$ ;  $p<0,05$ ). Entre todos los otros pares de variables no hubo correlación ( $p>0,05$ ).

### Discusión

La diversidad de especies influye en el número de SE, tal como se demuestra en estudios previos en que ambas variables han demostrado ser directamente proporcionales (**Quijas, et. al., 2012**), observaciones que concuerdan con nuestros resultados, en los que el NSEP se correlacionó y aumentó con el número de especies presentes. Por lo tanto, el mal uso de los recursos afectaría negativamente el número de SEP de cada hábitat por el impacto en su flora y fauna (**Corredor-Camargo, et al., 2012**).

Nuestros resultados señalan que el hábitat prioritario de conservación es el arbustivo, ya que presentó el mayor IP. El mal uso de los recursos en este hábitat (por ejemplo, una extracción excesiva de especies como *Colocasia esculenta* con fines ornamentales o el

mal uso del drenaje que cruza este sector), podría afectar sus SEP deteriorándolos. Dado de que el riesgo de pérdida de un hábitat es mayor cuando su área es más pequeña (Von, *et al.*, 2018), es importante proteger la zona arbustiva, ya que su superficie es menor que la de otros hábitats en este humedal. En el presente estudio se demostró la importancia de este hábitat para la conservación de los SEP y la necesidad de establecer estrategias para protegerlo.

Tal como afirman Los, *et al.* (2016), solo hay servicios ecosistémicos donde hay vida (carbono orgánico y agua), y cada especie vegetal o animal tiene una función ecológica en el equilibrio de la naturaleza, lo que quedó evidenciado en los resultados del presente estudio, pues los hábitats sin cobertura vegetal (zona de playa y zona sin vegetación) registraron los valores más bajos de IP y NSE. La zona de desmonte es fruto del impacto de actividades antrópicas que han dejado el hábitat sin vegetación; dado el reducido tamaño de su área y las aves que la habitan (Apeño, 2020), presenta un valor medio de IP, pero ello no justifica que continúe la disposición de desechos del desmonte, ya que el cambio de uso del suelo conduce a una disminución permanente de la diversidad local, especialmente de plantas (MEA, 2005) y, por consiguiente, de los SEP. En algunos casos, la disposición de los desechos del desmonte es el preludio de la invasión del terreno (Moschella, 2012), por lo que debe evitarse, dado el gran deterioro que genera, además de propiciar una situación adecuada para la destrucción irreversible del hábitat.

A diferencia de otras metodologías cualitativas de revisión de la literatura basadas en la opinión de expertos o en encuestas (Potts, *et al.*, 2014; Quijas, *et al.*, 2012), el IP propuesto es un método innovador para determinar hábitats prioritarios para la conservación con base en los SEP que ofrecen la flora y la avifauna en un determinado espacio. Además, este inventario de los SEP permite reconocer el valor intrínseco de las especies y determinar su valor a partir del uso potencial que tienen y el beneficio que ofrecen (Bitrán, 2015). Sin embargo, una de las limitaciones del índice propuesto es que requiere de los listados de las especies por hábitat, los cuales no siempre están disponibles. Por ello, insistimos en la necesidad de hacer inventarios de flora y fauna, que, como se aprecia en el presente estudio, permiten conocer la diversidad de especies de un ecosistema y generar estrategias de conservación basadas en los beneficios que ofrecen.

Es importante complementar la metodología propuesta con otras variables como el estado de conservación de las poblaciones del humedal. Por ejemplo, pese al bajo valor del IP de la zona de playa, esta presenta especies en peligro como *Pelecanus thagus* y *Sula variegata* (IUCN, 2020). Otra limitación de esta técnica es que no incluye los SE prestados por los componentes abióticos del ecosistema, por ejemplo, el agua, que genera servicios como la regulación del microclima, el control del flujo hídrico y su provisión (MEA, 2005). A pesar de estas limitaciones, la metodología propuesta permite una aproximación a la gama completa de SEP para la toma de decisiones sobre la conservación del humedal y de otros en los que se cuente con inventarios vegetales y de la ornitofauna, dos de las variables bióticas más estudiadas en los humedales costeros del Perú (Rivera, *et al.*, 2021), además de ser una visión complementaria de los inventarios. Dada la ausencia de correlación ( $p > 0,05$ ) entre el IP y la riqueza, el presente índice constituye una herramienta distinta que debe considerarse para conservar los hábitats y los beneficios que brindan.

La elaboración del mapa de los hábitats del humedal Santa Rosa con los valores del IP es importante en el reconocimiento y planificación de la conservación y una herramienta útil para la toma de decisiones y la gestión (Egoh, *et al.*, 2007; Duarte, *et al.*, 2016). Por ello se incluyó un mapa de este tipo en el presente estudio, que pueda ser de utilidad para los responsables de actividades en este campo. Se brindan, asimismo, las primeras estimaciones de los SEP por unidad de área traducidas en el IP y se proporciona el listado de los que pueden atribuirse a las especies de flora y avifauna. Esta información será de utilidad para evaluaciones similares en otros ecosistemas de la región que compartan especies con los humedales de la costa peruana inventariadas y publicadas (Aponte & Cano, 2013; Pulido, 2018).

## Conclusiones

El presente trabajo propone un índice de priorización de hábitats basado en los SEP. Su aplicación y cálculo en los hábitats del humedal Santa Rosa evidenciaron que el hábitat arbustivo presenta la mayor cantidad de SEP por unidad de área, por lo que merece atención prioritaria. Se demostró cualitativamente cómo la avifauna y la flora se pueden utilizar para traducir sus SEP en un índice que permita determinar hábitats prioritarios de conservación. Además, el mapa que aquí se presenta resulta una herramienta espacial para el reconocimiento y conservación de hábitats que servirá en la toma de decisiones en el área. Se sugiere que estos resultados se utilicen de manera complementaria en la estimación de la riqueza y el estado de conservación de las especies que albergan los hábitats estudiados.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Williams Jurado y a los miembros del CVA Humedales de Santa Rosa por su apoyo en la realización de la fase de campo y a la Universidad Científica del Sur por su apoyo con los materiales de campo.

## Información suplementaria

**Tabla 1S.** Listado de especies de aves registradas en cada hábitat y su SEP. Ver tabla 1S en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1569/3200>

**Tabla 2S.** Listado de especies de flora vascular registradas en cada hábitat y su SEP. Ver tabla 2S en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1569/3200>

## Contribución de los autores

DOB: financiamiento, diseño del estudio, recolección de datos, análisis estadístico e interpretación de resultados, y preparación del manuscrito; SG y AA: recolección de datos y preparación del manuscrito; HA: diseño del estudio, recolección de datos, análisis estadístico e interpretación de resultados, y preparación del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias

- Apeño, A.** (2020). Diversidad, variación espacio-temporal y estado de conservación de la comunidad de aves en el humedal marino costero «Santa Rosa» (Lima-Perú). Universidad Científica del Sur. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/UCS/1138>
- Aponte, H. & Cano, A.** (2013). Estudio florístico comparativo de seis humedales de la costa de Lima (Perú): actualización y nuevos retos para su conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación*. **3** (2): 15-27.
- Aponte, H., Jiménez, R., Alcántara, B.** (2012). Challenges for management and conservation of Santa Rosa Wetland (Lima-Perú). *Científica*. **9** (3): 257-264.
- Aponte, H. & Ramírez, D. W.** (2011). Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales. *Ecología Aplicada*. **10** (1-2): 31. <https://doi.org/10.21704/rea.v10i1-2.411>
- Bitrán-Dirven, D.** (2015). Valoración de servicios ecosistémicos culturales para una zona desértica: La Región de Tarapacá, Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133161>
- Castillo-Velásquez, R. M. & Huamantínco-Araújo, A. A.** (2020). Spatial variation of the aquatic macroinvertebrates community in the littoral zone of the Santa Rosa Coastal Wetland, Lima, Peru. *Revista de Biología Tropical*. **68** (1): 50-68. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.35233>
- Costa, M.** (2019) Aves Patagónicas, Proyecto Freebirds. Fecha de consulta: 16 de septiembre 2019. Disponible en: [www.freebirds.com.ar](http://www.freebirds.com.ar)
- Cotillo, A., Apeño, A., Aponte, H.** (2019). Primer registro documentado del Pato Tarro Blanco, *Tadorna tadorna* (Linnaeus, 1758), en el Perú. *Ecología Aplicada*. **18** (2): 185-188. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1336>



- Corredor-Camargo, E., Fonseca-Carreño, J., Páez, E.** (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. **3**: 77. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>
- Davidson, N., B. A., Finlayson, M., McInnes, R.** (2019). Worth of wetlands: Revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*. **70** (8): 1189-1194. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- de Groot, R., Perk, J., Chiesura, A., Marguliew, S.** (2000). Ecological Functions and Socioeconomic Values of Critical Natural Capital as a Measure for Ecological Integrity and Environmental Health. En: Paper presented at NATO Advanced Research Workshop «Implementing ecological integrity»: Restoring regional and global environmental and human health, National Institute of Health, Budapest, June 26-July 1, 1999. - [S.l.]: [S.n.], 1999 (pp. 191-214). [https://doi.org/10.1007/978-94-011-5876-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-011-5876-3_13)
- de Groot, R., Wilson, M., Boumans, R.** (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*. **41** (3): 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A., de Juana, E.** (2016). *Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona: Lynx Edicions. Fecha de consulta: 30 de septiembre 2019. Disponible en: <https://www.hbw.com/>
- Duarte, G. T., Ribeiro, M. C., Paglia, A. P.** (2016). Ecosystem Services Modeling as a Tool for Defining Priority Areas for Conservation. *PLOS ONE*. **11** (5): e0154573. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154573>
- Egoh, B., Rouget, M., Reyers, B., Knight, A. T., Cowling, R. M., van Jaarsveld, A. S., Welz, A.** (2007). Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics*. **63** (4): 714-721. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.04.007>
- Gardner, R. C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C. M., Galewski, T., Harrison, I., Paganini, M., Perennou, C., Pritchard, D. E., Rosenqvist, A., Walpole, M.** (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: Una recopilación de análisis recientes [Nota Informativa Ramsar 7]. Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Gómez-Baggethun, E. & Groot, R. de.** (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Revista Ecosistemas*. **16** (3): Article 3. <https://doi.org/10.7818/re.2014.16-3.00>
- González, S., Aponte, H., Cano, A.** (2019). Actualización de la flora vascular del humedal Santa Rosa—Chancay (Lima, Perú). *Arnaldoa*. **26** (3): 867-882. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26303>
- IUCN.** (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/en>
- León, B., Young, K., Cano, A.** (1998). Uso Actual de la Flora y Vegetación en los Humedales de la Costa Central del Perú. En: Cano, A. & Young, K. (eds.). *Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación*. (pp. 104-191). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Los, M., Lagoria, A., Pomares, M., Herrera, G., Alderete, M., Sirombra, M.** (2016). Los servicios ecosistémicos, biodiversidad y restauración ecológica en el nivel secundario. Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina. Buenos Aires, Argentina. 4 pp.
- Ma, S., He, F., Tian, D., Zou, D., Yan, Z., Yang, Y., Zhou, T., Huang, K., Shen, H., Fang, J.** (2018). Variations and determinants of carbon content in plants: A global synthesis. *Biogeosciences*. **15**: 693-702. <https://doi.org/10.5194/bg-15-693-2018>
- McCarthy, D. P., Donald, P. F., Scharlemann, J. P. W., Buchanan, G. M., Balmford, A., Green, J. M. H., Bennun, L. A., Burgess, N. D., Fishpool, L. D. C., Garnett, S. T., Leonard, D. L., Maloney, R. F., Morling, P., Schaefer, H. M., Symes, A., Wiedenfeld, D. A., Butchart, S. H. M.** (2012). Financial Costs of Meeting Global Biodiversity Conservation Targets: Current Spending and Unmet Needs. *Science*. **338** (6109): 946-949. <https://doi.org/10.1126/science.1229803>
- Millennium Ecosystem Assessment.** (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. Washington DC., USA. 100 pp.
- Moschella, P.** (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis para optar el título de Magister en Desarrollo Ambiental. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/452>
- Pacheco, L.** (2013). Las comunidades de aves, sus grupos funcionales y servicios ecosistémicos en un paisaje cafetero colombiano. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 47 pp.

- Potts, T., Burdon, D., Jackson, E., Atkins, J., Saunders, J., Hastings, E., Langmead, O.** (2014). Do marine protected areas deliver flows of ecosystem services to support human welfare? *Marine Policy*. **44**: 139-148.
- Pronaturaleza.** (2010). Humedales de la Costa Peruana. Documento base para la elaboración de una estrategia de conservación de los humedales de la costa peruana. Pronaturaleza. Primera edición. Lima, Perú. 94 pp.
- Pulido, V.** (2018). Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa. *Revista Peruana de Biología*. **25** (3): 291-306. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i3.15212>
- Quijas, S., Jackson, L. E., Maass, M., Schmid, B., Raffaelli, D., Balvanera, P.** (2012). Plant diversity and generation of ecosystem services at the landscape scale: Expert knowledge assessment. *Journal of Applied Ecology*. **49** (4): 929-940.
- Rivera, G., Gonzáles, S., Aponte, H.** (2021). Wetlands of the South American pacific coast: a bibliometric analysis. *Wetlands Ecology and Management*, 1-9. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-563498/v1>
- Roberts, C. M., McClean, C. J., Veron, J. E. N., Hawkins, J. P., Allen, G. R., McAllister, D. E., Mittermeier, C. G., Schueler, F. W., Spalding, M., Wells, F., Vynne, C., Werner, T. B.** (2002). Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science*. **295** (5558): 1280-1284. <https://doi.org/10.1126/science.1067728>
- Rutter, R.** (2008). Catálogo de plantas útiles de la Amazonia peruana. Comunidades y culturas peruanas. Instituto Lingüístico de Verano. Tercera edición. Lima, Perú. 369 pp.
- Suárez-Mota, M. E. & Téllez-Valdés, O.** (2014). Red de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del Eje Volcánico Transmexicano analizando su riqueza florística y variabilidad climática. *Polibotánica*. **38**: 67-93.
- Tello, A. & Castillo-Polo, L.** (2010). Humedales de la Región Lima: Guía de su flora y fauna silvestre. Gobierno Regional de Lima. Primera edición. Lima, Perú. 97pp.
- USDA, ARS, National Plant Germplasm System.** (2018). World Economic Plants—GRIN-Global Web v 1.10.2.8. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysearcheco.aspx>
- Von, P., Lara, I., De la Pava, R., Herrera, J.** (2018). Servicios ecosistémicos y riesgo de su pérdida para las comunidades indígenas: Orientaciones técnicas para la caracterización y mapeo de servicios ecosistémicos y la evaluación del riesgo de su eventual pérdida en las comunidades indígenas. WWF-Colombia. Primera edición. Bogotá, Colombia. 122 pp.
- Whelan, C. J., Wenny, D. G., Marquis, R. J.** (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York academy of sciences*. **1134** (1): 25-60.