

**Valoración de bienes y servicios ecosistémicos de siete lagunas costeras del Caribe:****el caso del Archipiélago Sabana-Camagüey***Valuation of ecosystem goods and services of seven Caribbean coastal lagoons:**the case of the Sabana-Camagüey Archipelago* **María Elena Zequeira Álvarez**<sup>1</sup>  **Roberto González-de Zayas**<sup>2</sup>  **José Miguel Plasencia Fraga**<sup>3</sup>and  **Julio Antonio Lestayó González**<sup>4</sup><sup>1</sup> Doctor. Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade de Camagüey. Camagüey, Camagüey-Cuba. [mariaelenazeque@gmail.com](mailto:mariaelenazeque@gmail.com)<sup>2</sup> Doctor. Faculdade de Ciências Técnicas da Universidade de Ciego de Ávila. Departamento deEngenharia Hidráulica Ciego de Ávila, Ciego de Ávila -Cuba. [roberto.gz710803@gmail.com](mailto:roberto.gz710803@gmail.com)<sup>3</sup> Doctor. Centro de Pesquisa Ambiental de Camagüey. Camagüey, Camagüey-Cuba.[jmplasencia@cimac.cu](mailto:jmplasencia@cimac.cu)<sup>4</sup> Master. Universidade Nacional Autônoma do México-UNAM. Laboratório de Biogeoquímica Aquática.Instituto de Ciências Marinhas e Limnologia. Cidade do México - México. [jalestayo@gmail.com](mailto:jalestayo@gmail.com)**Notas de los autores**

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

La correspondencia relativa a este artículo debe dirigirse a Roberto González-de Zayas.

Agradecimientos: Nuestro agradecimiento especial a Vicente O. Rodríguez por revisar el manuscrito en inglés y a Idea Wild por apoyarnos con recursos como una computadora portátil y una cámara digital. Financiamiento: Esta investigación fue financiada por el Programa Territorial "Turismo Sostenible en Cuba". Código de proyecto P211LH005-013.

Citar como - American Psychological Association (APA)

Zequeira Álvarez, M. E., González de Zayas, R., Plasencia Fraga, J. M., &amp; Lestayó

González, J. A. (2024). Valuation of ecosystem goods and services of seven

Caribbean coastal lagoons: the case of the Sabana-Camagüey Archipelago. *J.**Environ. Manag. & Sust.*, 13(1), 1-34, e24723.



## Resumen

**Objetivo:** Este estudio fue para estimar el valor de los bienes y servicios ecosistémicos de siete lagunas costeras del Archipiélago Sabana – Camagüey.

**Metodología:** Los resultados se obtuvieron utilizando métodos generales y empíricos, así como diferentes técnicas de investigación. Cuatro de las lagunas estudiadas se encuentran en Cayo Coco y el resto en Cayo Sabinal.

**Relevancia:** El marco metodológico de esta investigación tuvo propósitos dinámicos, integrales y sistémicos con dos pasos: la caracterización integral de las lagunas y sus bienes y servicios ecosistémicos y el cálculo del valor (ingresos) de estos bienes y servicios (reales y potenciales) para cada laguna, para cada territorio y para toda el área de estudio.

**Resultados:** Las lagunas costeras de Cayo Coco y Cayo Sabinal ofrecen una amplia variedad de bienes y servicios (pesca, apicultura, turismo) aún subestimados por diferentes factores. Los valores de uso directo e indirecto de estas lagunas representaron más del 95 % (15 millones de pesos cubanos) del valor total estimado.

**Aportes sociales/de gestión:** el contexto social y económico actual de Cuba y los marcos regulatorios e institucionales requieren el uso de métodos y técnicas para la valoración económica de los bienes y servicios de los ecosistemas, particularmente los de los ecosistemas costeros, en correspondencia con el rápido desarrollo del turismo en áreas costeras. Por esta razón, los resultados de este estudio podrían ser un punto de partida para ampliar la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos a otras lagunas costeras del Caribe y Cuba.

*Palabras clave:* bienes, servicios, lagunas costeras, turismo, Cuba

## Valuation of ecosystem goods and services of seven Caribbean coastal lagoons: the case of the Sabana-Camagüey Archipelago

### Abstract





**Objective:** This study was to estimate the value of the ecosystem goods and services of seven coastal lagoons in the Sabana – Camagüey Archipelago.

**Methodology:** Results were obtained using general and empirical methods, as well as different research techniques. Four of the lagoons studied are in Cayo Coco and the rest in Cayo Sabinal.

**Relevance:** The methodological framework for this research had dynamic, comprehensive and systemic purposes with two steps: comprehensive characterization of the lagoons and their ecosystem goods and services and the calculation of the value (revenues) of these goods and services (real and potential) for each lagoon, for each territory and for the entire study area.

**Results:** The coastal lagoons from Cayo Coco and Cayo Sabinal offer a wide variety of goods and services (fishing, beekeeping, tourism) still underestimated due to different factors. The direct and indirect use values of these lagoons represented more than 95 % (15 million Cuban pesos) of the total estimated value.

**Social / management contributions:** the current social and economic context of Cuba and the regulatory and institutional frameworks require the use of methods and techniques for economic valuation of ecosystem goods and services, particularly those of coastal ecosystems, in correspondence with the fast development of tourism in coastal areas. For this reason, the results of this study could be a starting point to expand the valuation of ecosystem goods and service to other Caribbean and Cuban coastal lagoons.

*Key words:* goods, services, coastal lagoons, tourism, Cuba

## Valoração de bens e serviços ecossistêmicos de sete lagoas costeiras do Caribe: o caso do arquipélago de Sabana-Camagüey

### Resumo

**Objetivo:** Este estudo teve como objetivo estimar o valor dos bens e serviços ecossistêmicos de sete lagoas costeiras no Arquipélago de Sabana – Camagüey





**Metodologia:** Os resultados foram obtidos usando métodos gerais e empíricos, bem como diferentes técnicas de pesquisa. Quatro das lagoas estudadas estão em Cayo Coco e o restante em Cayo Sabinal.

**Relevância:** O quadro metodológico para esta pesquisa teve propósitos dinâmicos, abrangentes e sistêmicos com duas etapas: caracterização abrangente das lagoas e seus bens e serviços ecossistêmicos e o cálculo do valor (receitas) desses bens e serviços (reais e potenciais) para cada lagoa, para cada território e para toda a área de estudo.

**Resultados:** As lagoas costeiras de Cayo Coco e Cayo Sabinal oferecem uma grande variedade de bens e serviços (pesca, apicultura, turismo) ainda subestimados por diversos fatores. Os valores de uso direto e indireto destas lagoas representam mais de 95% (15 milhões de pesos cubanos) do valor total estimado.

**Contribuições sociais/de gestão:** o actual contexto social e económico de Cuba e os quadros regulamentares e institucionais exigem a utilização de métodos e técnicas de valorização económica dos bens e serviços ecossistêmicos, particularmente os dos ecossistemas costeiros, em correspondência com o rápido desenvolvimento do turismo em áreas costeiras. Por esta razão, os resultados deste estudo poderiam ser um ponto de partida para expandir a valorização dos bens e serviços ecossistêmicos para outras lagoas costeiras caribenhas e cubanas.

*Palavras-chave:* bens, serviços, lagoas costeiras, turismo, Cuba

## Introducción

Las lagunas costeras cubanas no han sido clasificadas según los criterios de Kjerfve (1994). Sin embargo, González–De Zayas et al. (2022) describieron -por primera vez en Cuba- tres lagunas costeras en Cayo Sabinal (Archipiélago Sabana-Camagüey) y González-De Zayas et al. (2018) estudiaron trazas de metales en los sedimentos de tres lagunas costeras en Cayo



Sabinal y cuatro lagunas en Cayo Coco y concluyeron que estas lagunas estaban bajo presiones antropogénicas y naturales.

En Cuba, el Caribe y alrededor del mundo, las lagunas costeras han sido sometidas a diferentes presiones naturales (Hanley, Bouma, & Mossman, 2020; González-De Zayas et al., 2021) y humanas (González-De Zayas et al., 2018; Erostate, 2020; Walker, Lee y Li, 2021) que inducen cambios ecológicos en estas aguas transicionales. Sin embargo, estas presiones no solo afectan las propiedades químicas, geológicas, biológicas y ecológicas de las lagunas costeras, sino también los bienes y servicios naturales que estas proporcionan (Basset et al., 2013).

Según Newton et al. (2018), la comunidad científica conoce la importancia de estos bienes y servicios ecosistémicos; sin embargo, el valor real y la magnitud de estos servicios aún están subestimados debido a muchas inconsistencias y limitaciones, como metodologías unificadas, diferentes unidades de valoración, valores monetarios variables, fluctuaciones en los tipos de cambio, etc. En otros casos (como en Cuba), la ausencia o limitaciones para acceder a las bases de datos es otro problema.

Aunque en las últimas décadas se han desarrollado nuevas herramientas legales y ambientales para preservar los recursos naturales (incluidas las lagunas costeras), los estudios sobre bienes y servicios de los ecosistemas costeros aún son insuficientes en Cuba. Sólo se han publicado unos pocos artículos sobre el valor económico de los bosques de manglares del archipiélago Sabana – Camagüey (Gómez, 2002), valores económicos de algunos humedales (Zequeira, 2005; 2006; 2007; Zequeira et al., 2013; 2014) y marinos (Figueredo-Martín, Pina-Amargós, & Angulo-Valdés, 2013) y áreas protegidas costeras (Mir Frutos et al., 2022).

La ausencia de estudios publicados sobre los bienes y servicios de las lagunas costeras cubanas, y la importancia de mostrar mayor evidencia empírica del valor de las aguas transicionales, llevaron a los dos objetivos principales de esta investigación, 1) identificar los indicadores físicos de los bienes y servicios por categorías de la ecuación ambiental –

económica para cada laguna, y 2) obtener la expresión monetaria de los valores reales y potenciales de los principales bienes y servicios para cada laguna y el total para Cayo Coco y Cayo Sabinal. Estos objetivos ayudarán a responder cómo estas lagunas costeras impactadas o no, por procesos naturales y antropogénicos, son importantes para el desarrollo social y económico de Cuba.

## Metodología

### Área de estudio

Fueron estudiadas siete lagunas del Archipiélago Sabana – Camagüey: tres (3) en Cayo Sabinal (Figura 1) y cuatro (4) en Cayo Coco (Figura 2). Según González-De Zayas et al. (2022), tres lagunas (Lagunas Los Caimanes, Tortuguilla y La Salina) en Cayo Sabinal tienen condiciones hipersalinas, alto contenido de nutrientes y bajo oxígeno disuelto y excepto la Laguna Tortuguilla, el resto tiene una biodiversidad marina pobre debido a sus condiciones ecológicas extremas. Para más información sobre lagunas ver González-De Zayas et al. (2020) y González-De Zayas et al. (2022).

### Figura 1

*Localización de las lagunas costeras en Cayo Sabinal (Cuba)*



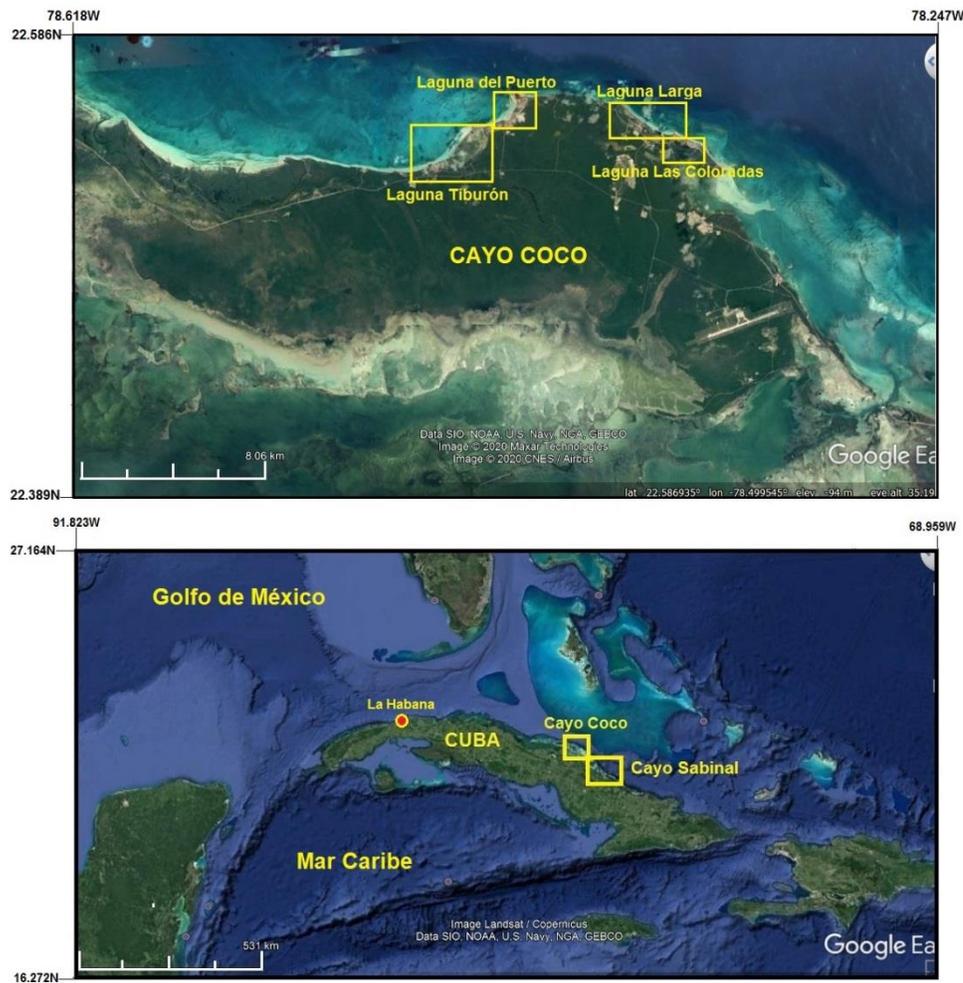


Las lagunas costeras de Cayo Coco, (Tiburón, Loma del Puerto, Larga y Las Coloradas) han poco estudiadas (excepto Laguna Larga). González-De Zayas et al. (2020) encontraron que las lagunas Larga y Las Coloradas estuvieron altamente impactadas (alto contenido de nutrientes y metales traza, bajo oxígeno disuelto, baja transparencia del agua, etc.) por las actividades turísticas, y las lagunas Tiburón y Loma del Puerto estuvieron menos impactadas. Todas las lagunas mostraron altos índices de biodiversidad marina y fueron importantes en el contexto del desarrollo turístico de Cayo Coco. Para más información sobre lagunas ver González-De Zayas et al. (2013; 2018; 2020; 2021)

## Figura 2

*Localización de las lagunas costeras en Cayo Coco (Cuba)*





## Métodos generales

En este estudio se utilizaron tres métodos generales:

1. Lógico-Histórico: usado para valorar el desarrollo del problema y el tratamiento del tema en el contexto cubano (lagunas costeras).
2. Método Inductivo-Deductivo: usado para analizar el comportamiento de las lagunas costeras, los posibles beneficios económicos de sus productos y funciones ecosistémicas, la producción de bienes y servicios para las actividades económicas del área de estudio.



3. Análisis y síntesis: usado para revisar todos los estudios y referencias previas sobre el tema y áreas.

### Métodos empíricos

En este estudio se utilizaron cinco métodos empíricos:

1. Estudio documental y bibliográfico: para conocer las teorías y tendencias relacionadas con el tema de investigación a partir del estudio de informes técnicos previos y referencias.
2. Observación: para realizar la caracterización de las lagunas costeras estudiadas y documentar sus bienes y servicios.
3. Estadístico: para el análisis de información y estimaciones de bienes y servicios ecosistémicos.
4. Entrevistas: para obtener información y/o adaptación de información disponible de estudios y bases de datos previos.
5. Talleres: para obtener criterios sobre resultados finales y parciales.

### Técnicas investigativas

Se utilizaron las técnicas de investigación que se enumeran a continuación:

1. Sistema de Información Geográfica (SIG): para la caracterización del área de estudio y la transferencia de beneficios económicos y ambientales de las lagunas costeras.
2. Costo evitado (de reemplazo y alternativa/sustituto): para estimar el valor económico de los beneficios del impacto hipotético del uso de la ciencia sobre los servicios ecosistémicos.
3. Transferencia de beneficios económicos/por hectárea: para extrapolar los beneficios económicos ambientales de ecosistemas con comportamientos similares.
4. Costo de restauración: para calcular el costo de restauración de los daños causados por el subsistema económico.
5. Costo de oportunidad: para calcular el valor de los bienes y servicios que se pierden al elegir una alternativa u otra.





Los resultados de esta investigación se presentan por etapas del marco metodológico diseñado por los autores, considerando los objetivos, la información requerida, los pasos metodológicos, las técnicas utilizadas y sus salidas.

## Revisión de la literatura y marco teórico

### Marco conceptual

Los autores están afiliados a la Economía Ambiental, disciplina que se inició en la década de 1970, debido al creciente deterioro de la calidad ambiental del planeta, resultante del insostenible crecimiento económico y tecnológico. La Economía Ambiental se basa en las interrelaciones entre la economía y el medio ambiente, y sus principales funciones económicas: proveedor de recursos naturales, receptor y asimilador de residuos y fuente directa de ingresos. Estas funciones son, según Toledo (1998), componentes de una función general de soporte para la vida. Sin embargo, los ecosistemas, que suministran muchos bienes y servicios, necesitan acciones de gestión y conservación (Daily, 1997).

La posibilidad de cuantificar está dada por el hecho de que en los procesos de conservación y mitigación de la degradación existen gastos medibles y, la inexistencia de bienes y servicios ecosistémicos causaría daños que también podrían estimarse.

En esta investigación, la interpretación de categorías para la valoración económica de las lagunas costeras estudiadas ha considerado que el valor de uso está asociado a la materialidad de los bienes y servicios, y no particularmente, de esta valoración; por esta razón definimos:

1. Valor de uso directo: suma de precios de los productos obtenidos u ofrecidos por la laguna costera.
2. Valor de uso indirecto: valor estimado de los beneficios económicos ambientales que las funciones de las lagunas costeras aportan a la sociedad.



3. Valor de opción: suma de los precios estimados de los productos potenciales (en conservación) de la laguna costera.

### Marco metodológico

Muchos autores coinciden en que el medio ambiente global se ha ido deteriorando cada vez más debido al uso insostenible de los recursos naturales. Algunos de esos autores han compartido experiencias sobre el uso de metodologías que podrían contribuir a un equilibrio sostenible entre la economía y el medio ambiente (Windevoxhel, 1991; McConnell, 1990; Azqueta, 1994; Dixon & Sherman, 1990; Field, 1995; Barbier, Acreman, & Knowler, 1997; Toledo, 1998; Barsev, 2002).

Un tema complejo en el contexto cubano son los procedimientos metodológicos a utilizar para la valoración económica de bienes y servicios en lagunas costeras. Para diseñar este procedimiento, el economista ambiental (responsable de la investigación) debe trabajar con un equipo multidisciplinario conocedor del ecosistema en general y del área de estudio en particular (caracterización de los subsistemas naturaleza y socioeconomía). Este equipo deberá trabajar en la identificación y caracterización de la geología, geomorfología, clima, procesos ecológicos y áreas críticas de los ecosistemas para la biodiversidad, suelos, flora, vegetación, fauna, hidrología y diversidad sociocultural y paisajística. La identificación de riesgos e impactos ambientales también es un tema importante.

Un aspecto esencial del marco metodológico es la selección de técnicas, herramientas e información así como su confiabilidad, lo que favorece la consistencia estadística. Finalmente, puede ser realizado un análisis confiable que conduzca a resultados viables que informen que el proceso de toma de decisiones. Debido a las complejidades del proceso y las limitaciones de datos, el uso de una valoración económica parcial, a partir de la selección de productos y funciones ecosistémicas, es más frecuente a escala global.

En Cuba, la valoración de los beneficios económicos que aporta la gestión de la



biodiversidad a las actividades humanas es aún limitada; por ello, estos procesos de valoración están incluidos en la Estrategia Ambiental Nacional. Este marco metodológico incluye estudios previos sobre la valoración de bienes y servicios ecosistémicos realizados en Cuba, los cuales constituyen importantes referentes y herramientas (Gómez, 2002; Zequeira, 2005; 2006; 2007; Zequeira et al., 2013; 2014; Figueredo-Martín, Pina -Amargós, & Angulo-Valdés, 2013; Mir Frutos et al., 2022).

En este marco metodológico se presentan algunas definiciones y enunciados del proyecto de investigación nacional “La Biodiversidad del Archipiélago Sabana-Camagüey en el contexto del Cambio Climático. Pautas para su conservación y manejo” (González –De Zayas et al., 2017). A continuación se dan algunos ejemplos:

- Las lagunas costeras son ecosistemas con alta fragilidad y vulnerabilidad a los impactos humanos y naturales. Existen pocos estudios sobre las lagunas costeras cubanas desde el punto de vista holístico.
- Las lagunas costeras son sistemas acuáticos que bordean las costas continentales e insulares. La mayoría de ellos tienen conexiones limitadas con el mar adyacente, escasa renovación del agua, largos tiempos de residencia y son efímeros en la escala de tiempo geológico (Kjerfve, 1994).
- En Cuba, las lagunas costeras han estado sujetas a impactos naturales y humanos durante las últimas décadas. Los datos publicados sobre entradas de agua dulce a lagunas costeras son escasos. Sin embargo, hay muchas presas en Cuba que podrían estar limitando los flujos de agua dulce a las lagunas. Algunas de estas lagunas se ubican cerca de zonas agrícolas que aportan contaminantes como pesticidas y compuestos organoclorados (González-Sansón & Aguilar, 1984).
- El vertimiento de residuos ha impactado algunas lagunas costeras de Cuba durante las últimas décadas.





- Durante las últimas décadas, la industria turística se ha convertido en una de las principales actividades económicas de Cuba (principalmente turismo de sol y playa). Muchos hoteles se han construido en zonas costeras, algunos de ellos en lagunas costeras o cerca de ellas. El desarrollo turístico ha afectado la dinámica hídrica y las funciones ecológicas de lagunas costeras como las de Cayo Coco (González-De Zayas et. al, 2013; 2017, 2018; 2020; 2021).

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), los ecosistemas tienen interacciones dinámicas con las poblaciones humanas. Las acciones humanas provocan la transformación de los ecosistemas, lo que provoca cambios en aspectos del bienestar humano. Las interacciones ecosistema-humano se miden por las funciones y servicios de estos ecosistemas y podrían clasificarse como:

Servicios de aprovisionamiento: consume de bienes y servicios obtenidos de los ecosistemas.

Son productos y apoyos tangibles obtenidos directamente de los ecosistemas.

Servicios de regulación: beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos.

Son beneficios obtenidos de los procesos biofísicos de los ecosistemas.

Servicios culturales: Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas. Estos servicios están estrechamente relacionados con las características culturales, morales y éticas de los grupos humanos que interactúan con los ecosistemas, y con el desarrollo social y cultural de cada persona.

Servicios de soporte: son necesarios para proporcionar el resto de servicios ecosistémicos.

En este estudio se propone adaptar clasificaciones donde se identifica la palabra “educación” como la importancia, alcance y dimensión de la educación ambiental en Cuba y el término “científico” como las estructuras bacterianas (estromatolitos) reportadas por Valdespino

et al. (2018) en la Laguna Los Caimanes (Cayo Sabinal) que son importantes en el contexto del origen de la vida en la Tierra.

La investigación se realizó siguiendo los procedimientos metodológicos que se enumeran a continuación:

1. Selección para el trabajo en equipo, incluyendo la autopreparación previa sobre antecedentes investigativos.
2. Taller para planificar las etapas de la investigación.
3. Trabajo de oficina para la identificación de productos y funciones de las lagunas costeras.
4. Selección de variables e indicadores por categoría para la ecuación de economía ambiental de lagunas costeras.
5. Clasificación de productos y funciones seleccionados por categoría para la ecuación de economía ambiental de lagunas costeras.
6. Definición de indicadores físicos de productos y funciones seleccionados por categoría para la ecuación de economía ambiental de lagunas costeras.
7. Identificación de técnicas de valoración a utilizar por categoría para la ecuación de economía ambiental de lagunas costeras.

Los procedimientos metodológicos de esta investigación siguieron un objetivo dinámico, integral y sistémico con dos etapas: Caracterización integral de las lagunas y estimación de los bienes y servicios ecosistémicos reales y potenciales de cada laguna y el total para cada zona (Cayo Coco y Cayo Sabinal).

La ecuación de economía ambiental mencionada anteriormente es la ecuación 1:

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

Dónde:

Y: bienes y servicios de lagunas costeras (en pesos cubanos)

X<sub>i</sub>: categorías de valoración (valor de uso directo, uso indirecto y opción) (i=3)

Los indicadores combinados están en la ecuación 2:

$$X_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} Q_{ij} \quad (2)$$

Dónde:

A<sub>ij</sub>: precio de mercado (específico y/o similar) o el costo del elemento de la ecuación (i) en la biodiversidad o servicio (j)

Q<sub>ij</sub>: cantidades de los elementos de la diversidad biológica y el elemento de la ecuación (i) en la biodiversidad o servicio (j)

## Resultados

En la primera etapa de esta investigación se evaluaron todas las lagunas estudiadas considerando las caracterizaciones previas. Todas las lagunas son sistemas eurihalinos e hipersalinos debido a la comunicación restringida con el mar adyacente (Laguna Los Caimanes está completamente cerrada), escasa precipitación (menos de 1200 mm por año), altas tasas de evaporación (más de 1600 mm por año) y la ausencia de aportes naturales de agua dulce (aguas subterráneas y ríos). Todas las lagunas de Cayo Coco, (particularmente Larga y Las Coloradas) reciben aportes de flujos de aguas residuales debido a descargas ocasionales de un hotel cercano).

Se identificaron algunos bienes y servicios ecosistémicos asociados a las lagunas estudiadas (Tabla 1).

**Tabla 1**



Los bienes y servicios ecosistémicos identificados en las lagunas costeras de Cayo Coco y Cayo Sabinal

Categoría del servicio	Tipo de servicio
Aprovisionamiento	Alimentación (indirecto, es parte de la vida) Prevencción de la erosión Control de la inundación Acumulación de sedimentos Recirculación de nutrientes
Regulación	Ciclo del agua Mantenimiento de ciclos de vida (especies migratorias, hábitats de crecimiento) Hábitat para la flora y la fauna Mantenimiento de la diversidad genética Zonas de nidificación y alimentación de especies de aves
Hábitat/soporte	marinas y migratorias.
Cultural	Recreación y turismo Formación de suelo Ciclo de nutrientes
Soporte	Producción primaria
Educación	Educación ambiental
Científico	Formaciones de microbioslitos identificados en Laguna Los Caimanes (Cayo Sabinal)

Estos ecosistemas frágiles tienen importantes potenciales y actuales actividades económicas (Cayo Coco y Cayo Sabinal); sin embargo, estas actividades podrían tener efectos negativos en las lagunas. Por ejemplo, todas las lagunas de Cayo Coco han sido severamente impactadas por la construcción de carreteras, desecación y relleno con material exógeno para la construcción de hoteles. En Cayo Sabinal, la construcción de carreteras ha impactado la dinámica natural del agua de los ecosistemas lagunares, lo que ha resultado en altos niveles de salinidad.

Se identificaron muchas especies de peces (de todas las etapas de su ciclo de vida) en





las lagunas estudiadas, incluidas especies comerciales como el pargo criollo (*Lutjanus analis*) y la cubereta (*Lutjanus griseus*). También se identificaron especies invasoras como el pez león (*Pteroir volitans*).

La caracterización socioeconómica de cada ambiente lagunar está bien definida. En Cayo Coco el turismo (principalmente turismo de sol y playa) es la principal actividad; es operado por dos empresas (MINTUR y Gaviota SA). El uso de los recursos naturales de Cayo Sabinal se limita a actividades como recolección de miel, pesca (cerca de la Laguna Tortuguilla) y turismo ocasional.

Para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos reales y potenciales para cada laguna y territorio estudiado (Cayo Coco y Cayo Sabinal), se evaluó cada actividad según los indicadores establecidos en las ecuaciones 1 y 2 y a variables independientes:

Valor de uso directo: los ingresos provenientes de la apicultura, la pesca y el turismo se calcularon por lagunas.

*Apicultura:* sólo fue identificada en Laguna Tortuguilla (Cayo Sabinal) con un rendimiento de seis toneladas anuales (6000 colmenas) (Tabla 2)

## Tabla 2



*Ingresos calculados por venta de miel (actividad apícola) en la Laguna Tortuguilla (Cayo Sabinal)*

Laguna	Producción anual estimada (en ton)	Precio Unitario (en miles de pesos cubanos)	Ventas anuales (en miles de pesos cubanos) (ingresos de los apicultores)
Tortuguilla	6	16.0	96.0
<b>Total</b>			<b>96.0</b>

*Pesca:* esta actividad es local y ocasional. La captura sólo es utilizada como alimento por el personal que labora en Cayo Sabinal (sólo en Laguna Tortuguilla). La valoración se realizó según el método propuesto por Gómez (2002) que utiliza el valor de Beneficio Bruto calculado en USD por ha por año en un área de bosque de manglar (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Beneficios monetarios estimados de la pesca en la Laguna Tortuguilla (Cayo Sabinal)*

Laguna	Área de manglar (ha)	Beneficio bruto (USD/ha/año)	Valor estimado (en miles de pesos cubanos)
Tortuguilla	938	178970.0	151.1

*Turismo:* En Cayo Coco (principalmente turismo de sol y playa), todas las playas utilizadas están cercanas a lagunas costeras (separadas únicamente por el ecosistema dunar). El turismo es operado por dos empresas principales (MINTUR y Gaviota SA). Para el valor estimado de esta actividad se utilizó el ingreso registrado para un año promedio de los hoteles de Cayo Coco (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Ingreso promedio anual por actividades turísticas*

<b>Laguna</b>	<b>Ingreso promedio anual (en miles de pesos cubanos)</b>
Loma del Puerto	207.9
Tiburón	7.5
Larga	11.1
Las Coloradas	12.5
<b>Total para Cayo Coco</b>	<b>239.0</b>

Valor de uso indirecto: secuestro de carbono, contribución a la recirculación de nutrientes, mantenimiento de la calidad y protección del suelo, áreas de anidación y alimentación de aves marinas y migratorias. Estos costos se calcularon utilizando métodos de transferencia de beneficios, costos evitados y costos de restauración.

*Secuestro de carbono*: El beneficio económico del secuestro de carbono se estimó en 103,5 USD por hectárea; los bosques de manglares fueron la principal formación vegetal asociada a las lagunas costeras. El valor en USD se calculó según el tipo de cambio oficial (1 Peso Cubano Convertible aproximadamente 0,90 USD y 1 Peso Cubano Convertible = 24 Pesos Cubanos) (Tabla 5).

**Tabla 5**



*Valos del secuestro de carbon por laguna costera. Los valores están dados en pesos cubanos*

<b>Territorio/Laguna</b>	<b>Área total (ha).</b>	<b>Área de manglar (ha)</b>	<b>Secuestro de carbono (en miles de pesos cubanos)</b>
<b>Cayo Coco</b>			
Loma del Puerto	32	16	1.5
Tiburón	113	35	3.3
Larga	39	21	2.0
Las Coloradas	17	7	0.7
<b>Sub total</b>	<b>201</b>	<b>79</b>	<b>7.4</b>
<b>Cayo Sabinal</b>			
Los Caimanes	108	76	7.1
La Salina	228	179	16.7
Tortuguilla	974	937	87.3
<b>Sub total</b>	<b>1310</b>	<b>1192</b>	<b>111.0</b>
<b>Servicio del ecosistema (valor total)</b>			<b>118.4</b>

*Recirculación de nutrientes:* el aporte de las lagunas costeras a la recirculación de nutrientes se calculó considerando el costo de una planta de tratamiento de aguas residuales (en Cuba, 50000 pesos cubanos). En Cayo Sabinal el costo se estimó como costo evitado (no existe infraestructura en Cayo Sabinal) (Tabla 6).

**Tabla 6**



*Valor calculado de la contribución a la recirculación de nutrientes de las lagunas costeras en Cayo Sabinal*

<b>Laguna</b>	<b>Costo anual de una planta de tratamiento de residuals (en miles de pesos cubanos)</b>
Los Caimanes	50.0
La Salina	50.0
Tortuguilla	50.0
<b>Valor total del servicio del ecosistema</b>	<b>150.0</b>

*Mantenimiento y protección del suelo:* otro uso indirecto de las lagunas costeras es la protección y mantenimiento del suelo. Para la valoración de este uso indirecto se hicieron algunas consideraciones; primero, se consideró el costo de mantenimiento de la calidad del suelo por hectárea y segundo, se asumió que el mantenimiento del suelo se realizaba utilizando un fertilizante orgánico (compost). Con estos supuestos, al área total de la laguna se le restó el área de bosque de manglar y el resultado se multiplicó por el costo unitario del compost (17.00 pesos cubanos por ha). Todas las lagunas estudiadas se encuentran ubicadas en la zona costera donde la salinidad del suelo es muy alta; por ello se agregó otro costo de restauración de suelos (de 9000 a 27000 pesos cubanos utilizando el valor máximo (datos del Instituto de Suelos de la Provincia de Camagüey) (Tabla 7).

**Tabla 7**



Valor calculado del valor de mantenimiento de la calidad y protección del suelo para cada laguna costera

<b>Mantenimiento de la calidad del suelo</b>			
<b>Territorio/laguna</b>	<b>Área de suelo (ha)</b>	<b>Costo por ha (en pesos cubanos)</b>	<b>Economic benefit (in thousands of Cuban pesos)</b>
<b>Cayo Coco</b>			
Del Puerto	16	17	0.3
Tiburón	78	17	1.3
Larga	18	17	0.3
Las Coloradas	10	17	0.2
<b>Sub total</b>			<b>2.1</b>
<b>Cayo Sabinal</b>			
Los Caimanes	32	17	0.5
La Salina	49	17	0.8
Tortuguilla	37	17	0.6
<b>Sub total</b>			<b>2.0</b>
<b>Valor total del servicio del ecosistema</b>	<b>240</b>		<b>4.1</b>
<b>Protección del suelo</b>			
<b>Cayo Coco</b>			
Del Puerto	16	27000	432.0
Tiburón	78	27000	2106.0
Larga	18	27000	486.0
Las Coloradas	10	27000	270.0
<b>Sub total</b>	<b>122</b>		<b>3294.0</b>
<b>Cayo Sabinal</b>			
Los Caimanes	32	27000	864.0
La Salina	49	27000	1323.0
Tortuguilla	37	27000	999.0
<b>Sub total</b>	<b>118</b>		<b>3186.0</b>
<b>Valor total del servicio del ecosistema</b>			<b>6480.0</b>

Áreas de alimentación y nidificación de aves migratorias y acuáticas: para calcular el



valor del servicio ecosistémico respecto de las áreas de alimentación y anidación de aves migratorias y acuáticas, se utilizó el costo por oportunidad propuesto por Zequeira (2007) para aves acuáticas y flamencos en el Refugio de Fauna Río Máximo. El costo se calculó sólo para tres lagunas en Cayo Sabinal, debido a que las lagunas de Cayo Coco son utilizadas por el turismo. El costo se calculó como un costo unitario de 3.385 pesos cubanos por ha (de Zequeira, 2007) (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Valor calculado de las áreas de alimentación y nidificación de aves migratorias y acuáticas para cada laguna costera*

Territory/lagoon	Áreas de alimentación y nidificación (ha)	Costo unitario (en miles de pesos cubanos)
<b>Cayo Sabinal</b>		
Los Caimanes	108	365.6
La Salina	228	771.8
Tortuguilla	974	3297.0
<b>Subtotal</b>	<b>1310</b>	<b>4434.4</b>
<b>Valor total del servicio del ecosistema</b>		<b>4434.4</b>

Valor de uso de la opción: utilizando el método del costo de oportunidad, se calculó el ingreso potencial de la extracción de madera y carbón vegetal de los bosques de manglares. El costo de oportunidad podría definirse como **el beneficio potencial perdido por una oportunidad perdida**: el resultado de elegir una alternativa y no otra. Los beneficios perdidos al descartar la siguiente mejor alternativa son los costos de oportunidad de la acción elegida”.

Para la valoración de los ingresos potenciales por la extracción de madera y carbón vegetal de los bosques de manglares se utilizó una tasa de crecimiento de 4.2 m<sup>3</sup> por ha, valor estimado a partir de datos de crecimiento de los bosques cubanos. Para la valorización de la



madera de los bosques de manglar, se utilizó el valor estimado del ingreso potencial por m<sup>3</sup> propuesto por Zequeira et al. (2013) para el archipiélago Sabana – Camagüey. Para la valoración de los ingresos potenciales del carbón se supuso que 20 m<sup>3</sup> de leña podrían convertirse en 30 sacos de carbón vegetal (18.90 pesos cubanos por saco) y que 1 ha podría rendir 1.5 m<sup>3</sup> de leña. El ingreso potencial total de este servicio ecosistémico se muestra en la tabla 9; este valor es elevado para Cayo Sabinal (más de 1.6 millones de pesos cubanos).

**Tabla 9**

*Ingreso potencial por madera y carbon de los bosques de manglares de Cayo Coco y Cayo Sabinal*

Territorio/laguna	Área (ha)	volumen estimado (m <sup>3</sup> )		Bolsa de carbón	Costo de oportunidad o ingreso potencial (en miles de pesos cubanos)		
		madera	leña		madera	carbón	Total
<b>Cayo Coco</b>							
Del Puerto	16	67	10.4	16	7.7	0.3	8.0
Tiburón	35	147	22.75	34	16.8	0.6	17.5
Larga	21	88	13.65	20	10.1	0.4	10.5
Las Coloradas	7	29	4.55	7	3.3	0.1	3.5
<b>Subtotal</b>	<b>79</b>	<b>332</b>	<b>51.35</b>	<b>77</b>	<b>37.9</b>	<b>1.5</b>	<b>39.3</b>
<b>Cayo Sabinal</b>							
Los Caimanes	76	319	49.4	74	36.5	1.4	37.9
La Salina	179	752	116.35	175	86.1	3.3	89.4
Tortuguilla	937	3935	609.05	914	450.4	17.3	467.7
<b>Subtotal</b>	<b>1192</b>	<b>5006</b>	<b>774.8</b>	<b>1162</b>	<b>573.0</b>	<b>22.0</b>	<b>595.0</b>
<b>Valor total del servicio del ecosistema</b>					<b>610.9</b>	<b>23.4</b>	<b>634.3</b>

El valor total estimado de los bienes y servicios ecosistémicos se calculó sumando los

valores directos, indirectos y de opción para cada laguna y territorio (Cayo Coco y Cayo Sabinal) (Tabla 10). En el caso de Cayo Coco, el valor estimado para el turismo está subestimado debido a las restricciones para acceder a datos confiables. El valor calculado para Cayo Sabinal muestra un alto valor de servicio ecosistémico y donde los servicios ecosistémicos son más importantes (93 %).

**Tabla 10**

*Valor total de los bienes y servicios del ecosistema para cada laguna y territorio*

Territorio/laguna	Valor de uso		Valor de opción	Valor de los bienes y servicios del ecosistema (en miles de pesos cubanos)
	Directo	Indirecto		
<b>Cayo Coco</b>				
Del Puerto	207.9	542.1	8.0	758.0
Tiburón	7.5	2110.6	17.5	2135.6
Larga	11.1	488.3	10.5	509.8
Las Coloradas	12.5	270.8	3.5	286.8
<b>Subtotal</b>	<b>239.0</b>	<b>3411.8</b>	<b>39.3</b>	<b>3690.1</b>
<b>Cayo Sabinal</b>				
Los Caimanes		1280.1	37.9	1318.0
La Salina		2145.6	89.4	2235.0
Tortuguilla	247.1	4346.6	467.7	5061.4
<b>Subtotal</b>	<b>247.1</b>	<b>11184.1</b>	<b>595.0</b>	<b>12026.2</b>
<b>Valor Total</b>	<b>486.1</b>	<b>14595.9</b>	<b>634.3</b>	<b>15716.2</b>

## Discusión

Los aportes teóricos nacionales e internacionales de los bienes y servicios ecosistémicos son muy importantes para establecer las bases teóricas y conceptuales de nuestra investigación. Las bases teóricas para el cálculo de los beneficios de los ecosistemas como criterio para la valoración económica de los bienes y servicios de los ecosistemas están respaldadas por la economía política monopolista y especialmente por su escuela subjetiva. Una primera interpretación sería subestimar la necesidad de valorar los recursos ambientales. Sin embargo, algunos autores (Braat & de Groot, 2012; Newton et al., 2018; reconocen que se deben considerar algunos aspectos que se enumeran a continuación:



1. Reconocer la importancia de los productos y funciones de los ecosistemas naturales no es suficiente para garantizar su uso racional.
2. La degradación y pérdida de los recursos naturales se ha convertido en un problema económico, a veces irreversible.
3. El aporte de los marcos legales e institucionales potencia los programas de educación ambiental y comunicación social, entre otros.
4. La valoración de los bienes y servicios ecosistémicos favorece la disponibilidad de ingresos para proyectos de conservación, la aplicación de políticas públicas y la planificación de recursos materiales y gestión de los ecosistemas.

En Cuba, la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos es factible para el proceso de toma de decisiones porque existen múltiples herramientas legislativas y gubernamentales como la Ley del Sistema de Recursos Naturales y Medio Ambiente, aprobada por la Asamblea Nacional (el artículo 10.1 regula la necesidad de diseñar y promover la implementación de herramientas económicas para la protección de los recursos naturales y el reconocimiento del valor de los bienes y servicios ecosistémicos), la Estrategia Nacional Ambiental para el período 2021 – 2030, el Decreto – ley 369 de 2018 que reglamenta (Artículo 24) que los proyectos locales deben estar relacionados con la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y con la mejora de las condiciones ambientales y finalmente, los Lineamientos de Política Económica y Social para el período 2021 – 2026, que apoyan el uso sostenible y la preservación de los recursos naturales. de Cuba.

En las lagunas estudiadas se identificó una gran cantidad de servicios y bienes ecosistémicos (ESG), y específicamente aquellos que son importantes para el suministro de alimentos y el apoyo al turismo (Newton et al., 2018). López-Castañeda et al. (2021)



identificaron para lagunas costeras del Parque Nacional Caguanes (Cuba), algunos ESG y estos estaban asociados al turismo y recreación, sin embargo, solo otros dos ESG (producción de madera y valor estético) identificaron para lagunas costeras.

Los resultados de este trabajo muestran que el uso (directo e indirecto) tuvo los valores más altos para todas las lagunas y territorios estudiados (Velasco et al., 2018; Duijndam et al., 2020). En este contexto, el limitado uso directo de las lagunas de Cayo Sabinal (sólo apicultura y pesca ocasional) y los escasos datos de ingresos por turismo en Cayo Coco (relacionados con las playas cercanas a las lagunas costeras) contribuyeron a los bajos beneficios (en términos monetarios) registrados para esta valoración (Basset et al., 2013; Newton et al., 2018).

Otros estudios alrededor del mundo han reportado valores más altos (en términos monetarios por laguna) de bienes y servicios que los de nuestro estudio, cuyo valor más alto se registró en la Laguna Tortuguilla (menos de 5.0 millones de pesos cubanos por año), mucho menor que el de Laguna de la Bahía Simpson en la isla de San Martín (12.1 millones de dólares al año) Duijndam et al. (2020). Velasco et al. (2017) establecieron que el valor de uso y no uso indirecto de la conservación del ecosistema lagunar fue de 43.3 millones de euros al año en la Laguna del Mar Menor (España) y Clara et al. (2018) calcularon un valor mínimo de 12.5 millones de euros para la laguna de la Ría de Aveira en Portugal. Sin embargo, estos estudios utilizaron diferentes técnicas de valoración, contextos y datos y se llevaron a cabo en una amplia gama de servicios ecosistémicos (Newton et al., 2018).

En Cuba no se han publicado estudios previos sobre la valoración de bienes y servicios de las lagunas costeras; la mayoría de los estudios se han centrado en las áreas naturales y protegidas de Cuba (Zerqueira et al., 2013; 2014; Mir Frutos, 2022); por lo que los hallazgos de esta investigación son la primera aproximación a la valoración de uno de los principales ecosistemas marinos y costeros de Cuba (González – De Zayas et al., 2022).

The amount of 15.7 million of Cuban pesos per year for the lagoons studied should



increase in the few next years due to tourism development in Cayo Sabinal. Like in Cayo Coco, this tourism development (sun and beach modality) will take place in sites next to coastal lagoons. However, these lagoons (including the lagoons of Cayo Coco) must be protected from the impacts of this activity. González -De Zayas et al. (2013; 2018; 2020; 2021; 2022) documented that most of the lagoons from Cayo Coco and Cayo Sabinal are at risk due to natural (hurricanes) and anthropogenic impacts. Our results support the need to protect these lagoons due to their environmental, social and economic importance.

La cantidad de 15.7 millones de pesos cubanos anuales para las lagunas estudiadas debería aumentar en los próximos años debido al desarrollo turístico en Cayo Sabinal. Al igual que en Cayo Coco, este desarrollo turístico (modalidad de sol y playa) se realizará en sitios próximos a lagunas costeras. Sin embargo, estas lagunas (incluidas las lagunas de Cayo Coco) deben ser protegidas de los impactos de esta actividad. González-De Zayas et al. (2013; 2018; 2020; 2021; 2022) documentaron que la mayoría de las lagunas de Cayo Coco y Cayo Sabinal están en riesgo debido a impactos naturales (huracanes) y antropogénicos. Nuestros resultados respaldan la necesidad de proteger estas lagunas debido a su importancia ambiental, social y económica.

Finalmente, esta investigación y la metodología utilizada para la valoración de los bienes y servicios de estas lagunas podrían extrapolarse a otras lagunas del Caribe y Cuba, particularmente a aquellas ubicadas en zonas afectadas por el desarrollo turístico, debido al importante papel de estos ecosistemas en los principales modalidad de turismo caribeño (sol y playa) y su importancia económica para la región.

## Conclusiones

Las lagunas costeras de Cayo Coco y Cayo Sabinal ofrecen una amplia gama de bienes y servicios, principalmente asociados al aprovisionamiento de alimentos y al apoyo al turismo. Este estudio es el primer reporte de servicios y bienes ecosistémicos para lagunas costeras en Cuba. Los valores de uso directo e indirecto de estas lagunas representan más del 95 % del



valor total estimado, lo que informa a los tomadores de decisiones sobre la importancia de proteger estos ecosistemas.

Por esta razón, en el actual contexto social y económico de Cuba y los marcos regulatorios e institucionales exigen el uso de métodos y técnicas de valoración económica de los bienes y servicios de los ecosistemas, particularmente los de los ecosistemas costeros, en correspondencia con el rápido desarrollo del turismo en Cuba en las zonas costeras.

Además, los resultados de este estudio podrían ser un punto de partida para ampliar la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos a otras lagunas costeras del Caribe y Cuba.

### Referencias

- Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill/Interamericana, España, pp. 299.
- Barbier, E. B., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). *Valoración Económica de los humedales. Guía para decidores y planificadores*. Oficina Ramsar, Gland, Suiza.
- Barzev, R. (2002) *Guía Metodológica de valoración económica de bienes. servicios e impactos ambientales*, Corredor Biológico Mesoamericano, CCAD, Serie Técnica 04, Managua, Nicaragua.
- Basset, A., Elliott, M., West, R. J., & Wilson, J. G. (2013). Estuarine and lagoon biodiversity and their natural goods and services. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 132, 1–4.  
<http://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.018>
- Braga, C. Z. F., Vianna, M. L., & Kjerfve, B. (2003). Environmental characterization of a hypersaline coastal lagoon from landsat-5 TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(16), 3219–3234.
- Clara, I., Dyack, B., Rolfe, J., Newton, A., Borg, D., Povilanskas, R., & Brito, A. C. (2018). The value of coastal lagoons: Case study of recreation at the Ria de Aveiro, Portugal in comparison to the Coorong, Australia. *Journal for Nature Conservation*, 43, 190–200.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.10.012>.



- Daily, G. C., Alexander, S., Ehrlich, P. R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P. A., Mooney, H. A., & Odwell, G. M. (1997). Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology*, 1, 1-18.
- Dixon, J. A., & Sherman, P. B. (1990). *Economics of protected areas: a new look at benefits and costs*. Island Press.
- Duijndam, S., van Beukering, P., Fralikhina, H., Molenaar, A., & Koetse, M. (2020). Valuing a Caribbean coastal lagoon using the choice experiment method: The case of the Simpson Bay Lagoon, Saint Martin. *Journal for Nature Conservation*, 56, Article 125845. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125845>
- Erostate, M., Ghiotti, S., Huneau, F., Jouffroy, D., Garel, E., Garrido, M., & Pasqualini, V. (2020). The challenge of assessing the proper functioning conditions of coastal lagoons to improve their future management. *Science of The Total Environment*, 803, Article 150052. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150052>
- Field, B. C. (1995) *Economía Ambiental. Una Introducción*, Mc Graw-Hill. Colombia, pp.587.
- Figueredo-Martín, T., Pina-Amargós, F., & Angulo-Valdés, J. (2013). Aportes de Bienes y Servicios Ambientales del Parque Nacional Jardines de la Reina (PNJR) a la economía del sector, in M. Arellano-Acosta (Ed.), *Potenciando la conservación de la biodiversidad mediante la evaluación económica y ambientalmente sostenible de actividades productivas en el ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba*, pp.85-105, La Habana, Cuba: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey.
- Gómez, G. (2002). *Análisis Económico de funciones ambientales del Manglar Seleccionadas en el Ecosistema Sabana Camagüey*, Ph. D. Thesis, University of Havana, Cuba, pp.101.
- González-De Zayas, R., Merino-Ibarra, M., Soto-Jiménez, M. F., & Castillo- Sandoval, F. S. (2013). Biogeochemical responses to nutrient inputs in a Cuban coastal lagoon: runoff,

anthropogenic, and groundwater sources. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185 (12), 10101–10114. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3316-y>

González-De Zayas, R., Lestayó González, J. A., & Merino-Ibarra, M. (2017) La diversidad biológica del archipiélago sabana–Camagüey en el contexto del cambio climático global. Pautas para su manejo y conservación, Informe Final, Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Ciego de Ávila, Cuba, pp.200.

González-De Zayas, R., Merino-Ibarra, M., Valdespino-Castillo, P.M., Olivera, Y., & Castillo-Sandoval, F. S. (2018). Coexisting ecosystem states in a tropical coastal lagoon under progressive eutrophication in the northern Cuban keys. *Scientia Marina*, 82(3), 139-146. <https://doi.org/10.3989/scimar.04682.22A>

González-De Zayas, R., Barredo Yera, A., Manduca Artilles, M., Lestayó González, J.A., Castillo-Sandoval, F. S., & Merino-Ibarra, M. (2020). Trace metals in sediments of seven coastal lagoons of the Sabana–Camagüey Archipelago, Cuba. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, Article 1849018. <https://doi.org/10.1080/15320383.2020.1849018>

González de Zayas, R., Merino-Ibarra, M., Lestayó González, J. A., Chaviano-Fernández, Y., Alatorre-Mendieta, M. A, Matos-Pupo, F., & Castillo-Sandoval, F. S. (2021). Biogeochemical responses of a highly polluted tropical coastal lagoon after the passage of a strong hurricane (Hurricane Irma). *Journal of Water and Climate Change*, 13 (2), 1089-1105. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.178>

González-De Zayas, R., Merino-Ibarra, M., Lestayó González, J. A., & Castillo – Sandoval, F. S. (2022). Present status and management of coastal lagoons in the Sabana–Camagüey Archipelago I: environmental baseline at lagoons of Cayo Sabinal. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 38 (2), 1287-1300. <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00465-x>



- González-Sansón, G., & Aguilar, C. (1984). Ecología de las lagunas costeras de la región suroriental de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 5(1), 127–171
- Hanley, M. E., Bouma, T. J., & Mossman, H. L. (2020). The gathering storm: optimizing management of coastal ecosystems in the face of a climate-driven threat. *Annals of Botany*, 125(2), 197–212. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz204>
- Kjerfve, B. (1994). *Coastal Lagoon Processes*, Elsevier Oceanography Series 60, Amsterdam.
- López-Castañeda, L., Hernández Ramos, I., BorrotoEscuela, D. Y., Falcón Méndez, A., Caraballo Yera, J. A., Hernández López, N. V., González-Díaz, P., Vázquez Sánchez, V., Rangel Rivero, A., Ramenzoni, V. C., Besonen, M., & Yoskowitz, D. W. 2021. Estimación del valor económico total de los bienes y servicios ecosistémicos que provee el Parque Nacional Caguanes. *Revista de Investigaciones Marinas*, 41, 137-157.
- McConnell, K. E. (1990). Models for referendum data: The structure of discrete choice models for contingent valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 18(1), 19-34.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington, DC
- Mir Frutos, Z., Rodríguez Córdova, R., Vega Torres, A., & Guzmán Alberteris, L. (2022). Análisis de la gestión económica en la reserva ecológica Caletones, Holguín, Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 387-394.
- Newton, A., Brito, A. C., Icely, J. D., Derolez, V., Clara, I., Angus, S., Schernewski, G., Inácio, M., Lillebø, A. I., Sousa, A. I., Béjaoui, B., Solidoro, C., Tosic, M., Cañedo-Argüelles, M., Yamamuro, M., Reizopoulou, S., Tseng, H. C., Canu, D., Roselli, L., & Khokhlov, V. (2018). Assessing, quantifying and valuing the ecosystem services of coastal lagoons. *Journal for Nature Conservation*, 44, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.02.009>
- Toledo, A. (1998). *Economía de la Biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, México.



- Valdespino-Castillo, P. M., Hu, P., Merino-Ibarra, M., López-Gómez, L. M., Cerqueda-García, D., González-De Zayas, R., Pi-Puig, T., Lestayo, J. A., Holman, H. Y., & Falcón, L. I. (2018). Exploring Biogeochemistry and Microbial Diversity of Extant Microbialites in Mexico and Cuba. *Frontiers in Microbiology*, 9:510.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00510>
- Velasco, A. M., Pérez-Ruzafa, A., Martínez-Paz, J. M., & Marcos, C. (2018). Ecosystem services and main environmental risks in a coastal lagoon (Mar Menor, Murcia, SE Spain): The public perception. *Journal for Nature Conservation*, 43, 180–189.  
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.11.002>
- Walker, T. B., Lee, T. J., & Li, X. (2021). Sustainable development for small island tourism: developing slow tourism in the Caribbean. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 38(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10548408.2020.1842289>
- Windevoxhel, N. J. (1991). *Métodos de Valoración Económica de áreas silvestres con énfasis en humedales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Guatemala.
- Zequeira, M. E. (2005). La valoración económica e los recursos naturales: un estudio de caso en Cuba. *Revista Economía de la Empresa*, 7, 21-29.
- Zequeira, M. E. (2006). Procedimiento metodológico para la valoración económica de recursos naturales en humedales cubanos. *Revista Economía de la Empresa*, 9, 11-20.
- Zequeira, M. E. (2007). *Instrumento económico y metodológico para le gestión ambiental en humedales naturales cubanos con interés internacional*. Ph. D Thesis, University of Camagüey, Cuba, pp.102.
- Zequeira, M. E., Figueredo Castellanos, E., Pelegrín Mesa, A., Hernández Santoyo A., & Varona Reyes, S. B. (2013). Cost-Benefit Analysis for Northern Coastal Zone of Camagüey Province, Cuba. *Revista Tecnología e Sociedade*, 9(17), 7-28.  
<https://doi.org/10.3895/rts.v9n17.2610>





Zequeira, M. E., Figueredo Castellanos, E., Mercedes León, M., Morales Padrón, P., Montero, R., García García, L. T., Herrera Pupo, G., Reyes Varona, S. B., Yera Castillo Nicholas, S. H., & Naranjo Benitez, J. Y. (2014). Economic Importance of Environmental Benefits and Costs for the North Coastal Zone in the Province of Camagüey, Cuba. *International Journal of Marine Science*, 4(26), 230-243. <https://doi.org/10.5376/ijms.2014.04.0026>

