

Vulnerabilidades ante inundaciones costeras y los bienes y servicios ecosistémicos, zona costera norte de Camagüey

Vulnerabilities to coastal flooding and ecosystem goods and services, northern coastal zone of Camagüey, Cuba

María Elena Zequeira-Álvarez^I, maria.zequeiraa@reduc.edu.cu,
<https://orcid.org/0000-0003-1363-0995>;

José Miguel Plasencia-Fraga^{II}, jmplasencia@nauta.cu,
<https://orcid.org/0000-0001-7738-6325>;

Happy Salas-Fuentes^{III}, happysf@nauta.cu, <https://orcid.org/0000-0001-9344-6623>;
Yudirka Matos-Sánchez^{IV}, yudirka@cug.co.cu, <https://orcid.org/0000-0001-5032-1257>

^I Centro de Estudios de Desarrollo Territorial, Universidad de Camagüey, Camagüey;

^{II} Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Camagüey, Cuba;

^{III, IV} Universidad de Guantánamo, Guantánamo, Cuba

Resumen

El objetivo es medir las vulnerabilidades ecológicas y económicas ante inundaciones costeras por penetraciones del mar y los bienes y servicios ecosistémicos en la zona costera norte de Camagüey para reducir tales inundaciones. Se utilizan los lineamientos metodológicos para los peligros hidrometeorológicos de la Agencia de Medio Ambiente de Cuba y el procedimiento metodológico diseñado y validado en el Proyecto Territorial "Análisis de la producción de bienes y servicios ambientales en la zona costera norte de la provincia de Camagüey, Cuba". Las vulnerabilidades y los bienes y servicios ecosistémicos son significativos, representando los estimados para los valores de uso indirecto y de opción el 79,84 % del total. Se demuestra la necesidad de considerar las interrelaciones entre todos los componentes de la zona costera norte, así como la inversión en el ecosistema estudiado a favor de la resiliencia a través del manejo.

Palabras clave: vulnerabilidad ecológica, vulnerabilidad económica, bienes y servicios ecosistémicos, zona costera norte.

Abstract

The objective is to measure ecological and economic vulnerabilities to coastal flooding from sea penetrations and ecosystem goods and services in the northern coastal zone of Camagüey to reduce such flooding. It is used the methodological guidelines for the hydrometeorological hazards of the Environment Agency of Cuba and the methodological procedure designed and validated in the Territorial Project "Analysis of the production of environmental goods and services in the northern coastal zone of the province of Camagüey, Cuba". The vulnerabilities and the ecosystem goods and services are significant, representing the estimate for indirect use and option values the 79,84 % of the total. The need to consider the interrelationships between all the components of the coastal zone, as well as investment in the ecosystem in favor of resilience through management is demonstrated.

Keywords: ecological vulnerability, economic vulnerability, ecosystem goods and services, northern coastal area.

Introducción

Las inundaciones costeras se producen por efecto del oleaje generado por situaciones meteorológicas. El cambio climático es el resultado del calentamiento del sistema climático y los principales impactos son el incremento del nivel del mar, el aumento de la temperatura del aire y los cambios en los patrones de lluvia. Son representativos también en la actividad de huracanes (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC, 2018).

La Agencia de Medio Ambiente (AMA) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba (2010) alerta que:

“Los fenómenos meteorológicos extremos provocan daños importantes siendo la degradación de los ecosistemas como uno de los factores que incrementa el riesgo de desastre. La vulnerabilidad a los desastres es la predisposición a sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad. Se relaciona directamente con las cualidades y propiedades del o de los elementos en cuestión en relación con el peligro o los peligros que podrían incidir sobre ella”.

También la AMA (2019) afirma que los escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100 demuestran la necesidad de actualizar y perfeccionar medidas y acciones diseñadas en los territorios. Por otra parte, en la Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en su contenido, refuerza este escenario (Eduardo O. Planos Gutiérrez y Tomás L. Gutiérrez Pérez, 2020).

El concepto de valoración económica significa asignar magnitudes cuantitativas para acercarse a la categoría precio, en este caso, para los Bienes y Servicios Ecosistémicos (BSE) que proporciona la diversidad biológica, lo cual significa una disquisición con relación a los estudiosos del tema esencialmente con los no marxistas (Zequeira, 2007).

El área de estudio está considerada hasta la curva de nivel de 5 metros de la zona costera norte de Camagüey, Cuba la cual posee 4 062,0 km². La componen cuatro municipios: Esmeralda, Sierra de Cubitas, Minas y Nuevitas. Este ecosistema está integrado por las zonas de tierra firme, cayos y área marina. La primera posee una extensión de 952,75 km², la segunda 1 955 km² y el resto a la última. Los usos de suelo por municipios son: Esmeralda: pastos, bosques y tierras ociosas; Sierra de Cubitas: caña, cultivos varios,

cítricos, bosque y terrenos ociosos; Minas: bosque, caña, pastos, cítricos y cultivos varios; Nuevitas: bosque, pastos, cultivos varios, extracción de minerales e industrias.

Se registran como tenentes: empresas pecuarias, cooperativas, granjas estatales, empresa forestal, empresa de cítricos y empresa para la protección de la flora y la fauna. En los cayos, los principales usos son la protección, dada por bosques y matorrales naturales. Cuentan con excepcionales playas y paisajes naturales.

Esta zona costera la integran ecosistemas ricos en valores naturales como las áreas protegidas. Entre estas se ubica uno de los seis sitios Ramsar de Cuba: Refugio de Fauna “Río Máximo”. La distingue también otras como Maternillo–Tortuguilla, La Alegría-Laguna Larga, Alturas de Guajaba, Punta del Este, Correa, Alto del Puerto, Silla de cayo Romano y Alto de Juan Sáez.

El área señalada está bajo riesgo permanente de inundaciones costeras provocadas por fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y frentes fríos lo que hace vulnerable a todos los componentes del ecosistema, sobre todo en los lugares donde el hombre ha hecho intervenciones que han modificado las relaciones ecológicas. Para establecer las relaciones entre peligro, vulnerabilidad y riesgo se siguió el criterio del Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (2016), donde se expresa que el riesgo es una función del peligro y la vulnerabilidad, donde la vulnerabilidad está dada por los elementos expuestos al peligro y este es la probabilidad de que un evento se manifieste, en este caso hidrometeorológico.

El problema planteado es las inundaciones costeras en la zona norte de Camagüey, Cuba; y el objetivo identificado es medir las vulnerabilidades ecológicas y económicas ante inundaciones costeras y los BSE en la zona costera norte de Camagüey para reducir la inundación costera.

Entre otras, el trabajo resulta importante para contribuir con la planificación de recursos, por cuanto expone resultados que contribuyen al financiamiento para acometer acciones de adaptación al cambio climático con la finalidad de favorecer la resiliencia desde la inversión y el manejo del ecosistema con vistas a disminuir las pérdidas ante el peligro hidrometeorológico que se estudia. El trabajo tiene pertinencia y es importante para fortalecer la toma de decisiones con mayor viabilidad económica ambiental.

Fundamentación teórica

El IPCC (2018) ha definido el cambio climático como, “cualquier cambio del clima en el transcurso del tiempo, ya por razón de su variabilidad natural o como resultado de actividades humana”. Son múltiples las causas del cambio climático, sin embargo, es la propia actividad económica la que principalmente provoca la aceleración del proceso porque el modelo de desarrollo económico y social imperante, que durante décadas ha ignorado la protección del medio ambiente, incide en la relación poco armoniosa entre economía y ambiente debido a los intereses del sistema capitalista, tema muy recurrente en la comunidad científica y académica. Además, esta realidad no está suficientemente articulada, compartida e insertada al lenguaje de los tomadores de decisiones, al marco institucional y al marco regulatorio de todos los países.

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y región dados, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera) (IDEAM, 2018, 15).

Para el caso Cuba, el marco legal e institucional favorece la relación, pero aún son insuficientes los resultados. Se han desarrollado importantes investigaciones referidas a los peligros naturales. En la actualidad, la manifestación de los fuertes vientos, las intensas lluvias, las sequías y las penetraciones del mar validan todos los pronósticos del campo del saber.

La AMA tiene en cuenta los Peligros, Vulnerabilidades y Riesgos (PVR) de la Directiva No.1/2010 sobre inundaciones costeras por inundaciones del mar. Se acuerda por el Grupo Técnico Asesor de Experto Nacional trabajar los Ciclones tropicales para tres intensidades, en función de la escala Saffir- Simpson, los cuales se identifican a continuación: Categoría I (vientos de 118 – 153 km/h); Categoría III (vientos de 178 – 209 km/h) y Categoría V (vientos mayores de 250km/h).

Las inundaciones por penetraciones del mar en la zona costera y los cayos están determinadas fundamentalmente por la influencia de los huracanes, tanto por la formación de olas como por la elevación del nivel del mar. En estudios realizados sobre la elevación del nivel del mar ante el paso de estos fenómenos hidrometeorológicos, se estima que en un huracán con categoría I, la elevación del nivel del mar puede alcanzar 1,37 m, para un huracán de categoría III 2,75 m y para uno de categoría V 4,96 m. Sin embargo, la

penetración efectiva del mar va a depender de la vegetación y su grado de conservación, la que se encarga de disipar la energía de las olas.

Con relación a la dimensión económica ambiental, Zequeira (ob.cit.) señala que en las condiciones de reconocimiento a la vigencia de la teoría valor – trabajo, esta constituiría la sumatoria del precio de todos los productos y servicios actuales y prospectivos que se derivan de la explotación económica y de la propia existencia del ecosistema.

No obstante, para los efectos prácticos y la utilización del lenguaje compartido en la literatura internacional especializada (economía ambiental), en este trabajo se manejan las categorías tradicionales, pero la interpretación se entiende a partir de un enfoque basado en la filosofía marxista. Es válido aclarar que el valor de uso se asocia a los atributos que se derivan de la propia materialidad del producto o servicio y no a una valoración propiamente dicha por lo que se define como:

- Valor de uso directo: sumatoria del precio de los productos que se obtienen o brinda el ecosistema. Estos precios se formarían y evaluarían tomando como referencia los respectivos precios en el mercado local, nacional o internacional.
- Valor de uso indirecto: estimado de los beneficios económicos ambientales que aporta a la sociedad las funciones del ecosistema.
- Valor de opción: sumatoria de la estimación de los precios de los productos potenciales (en conservación) del ecosistema.

Los BSE estimados se agrupan desde los indicadores físicos identificados en el ecosistema.

Métodos

Se emplea como metodología para la vulnerabilidad ecológica y vulnerabilidad económica el procedimiento diseñado en los Lineamientos Metodológicos para la Realización de los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres de Inundación por Penetraciones del Mar, Inundaciones por Intensas Lluvias y Afectación por Fuertes Vientos (AMA, ob.cit.).

El cálculo de BSE tiene en cuenta el procedimiento metodológico establecido en el proyecto territorial “Análisis de la producción de bienes y servicios ambientales en zonas costeras cubanas: norte, provincia de Camagüey” dirigido por la autora principal de este trabajo (2010) depositado en los respectivos consejos científicos del Centro de

Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba y la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba en Camagüey, Cuba.

Para el cálculo de la vulnerabilidad se requiere de la compilación de componentes expuestos al peligro en un ecosistema determinado. Toda la información debe estar georreferenciada para su futura expresión cartográfica. La cartografía de las vulnerabilidades se realiza con ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG). La vulnerabilidad se expresa mediante funciones matemáticas o matrices, las que se desarrollaron en hojas de cálculo de Microsoft Excel.

Vulnerabilidad ecológica

La vulnerabilidad ecológica para el peligro penetraciones del mar se determina para cada municipio a nivel de consejo popular, en los que se evaluó la existencia de ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles. Este es un término propuesto por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en la guía para la confección de estudios nacionales de biodiversidad y adaptada para Cuba en 1998, definidas como aquellas caracterizadas por sus condiciones físico-geográficas (alturas, pendientes, suelos, grado de conservación, etc.) que dificultan su recuperación después de su asimilación. Considera también, a las áreas protegidas, reconocidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Los cayos pertenecientes a cada municipio no constituyen consejos populares desde el punto de vista de la división político-administrativa ya que están totalmente despoblados, pero a los efectos de este estudio se tomaron como un consejo popular.

Los indicadores definen con claridad las características de las áreas cartografiadas, haciendo énfasis en el grado de naturalidad de los ecosistemas, (endemismo vegetal y animal, valores científicos y socioeconómicos) y en su funcionamiento. Se considerarán en este caso como zonas ecológicamente sensibles:

- Zonas que protegen terrenos muy inclinados, especialmente en las cuencas hidrográficas, contra la erosión.
- Zonas que regulan y purifican los cursos de agua (como a menudo hacen los bosques de los valles y los humedales).

Tabla 1. Clasificación de los puntajes según los factores ecológicos.

Indicador	Valor asignado (Puntaje)
Zonas ecológicamente sensibles	5
Estado de degradación de las micro cuencas	5
Áreas protegidas.	5
Total	15

Fuente: Lineamientos Metodológicos de la AMA (2010).

El valor máximo será de 15 puntos. En este caso se tiene en cuenta el nivel de exposición de las áreas de peligro de los ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles y las áreas protegidas.

Tabla 2. Clasificación de los puntajes según el nivel de exposición de las áreas de peligro de los ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles y las áreas protegidas.

Indicador	Valor asignado (Puntaje)
Ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles.	5
Áreas protegidas.	5
Total	10

Fuente: Lineamientos Metodológicos de la AMA (2010).

En la Vulnerabilidad Ecológica (Peso Total = 0,1); para ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles y Áreas protegidas el valor máximo será de 10 puntos y se asume los indicadores que se presentan en la tabla que sigue:

Tabla 3. Clasificación de los puntajes para los daños de las áreas de peligro de los ecosistemas frágiles o zonas ecológicamente sensibles y las áreas protegidas.

Indicador	Pesos
0 % dañados	0,0
50 % dañados	0,025
100 % dañados	0,05

Fuente: Lineamientos Metodológicos de la AMA (2010).

Es menester aclarar que los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos en las áreas naturales forman parte de su evolución y su estabilidad en el tiempo depende en gran medida del grado de resiliencia del área afectada, donde influyen factores físicos, químicos y biológicos del área en cuestión y además del grado de alteración por la acción antrópica. Otro valor que diversos autores consideran al analizar la resiliencia es la frecuencia de aparición del fenómeno, pero este no se consideró porque se requiere de un estudio específico.

Vulnerabilidad económica

Para el cálculo y evaluación de la vulnerabilidad económica se consideran los factores: zonas industriales en áreas de riesgo, cantidad de áreas cultivadas, animales en zonas de riesgo, nivel de ejecución del presupuesto para reducción de desastres y la contabilización del costo de la respuesta. La puntuación total tiene un máximo de 20. Para clasificar en baja, media y alta la vulnerabilidad económica se consideran los siguientes intervalos:

Tabla 4. Intervalos de puntuación para clasificar la vulnerabilidad económica.

Clasificación	Valor asignado (Puntaje)
Baja	0 – 6.5
Media	6.6 – 13.5
Alta	13.6 – 20

Fuente: Lineamientos Metodológicos de la AMA (2010).

b. Bienes y Servicios Ecosistémicos

3

$$Y = \sum_{i=1}^3 X_i \tag{1}$$

i =1

Donde:

Y: Bienes y servicios ecosistémicos (\$)

X_i: Categorías (valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción (i = 1, 2, 3))

Los indicadores fueron organizados a través de la siguiente ecuación:

$$X_i = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n A_{kj} Q_{kj} \tag{2}$$

Donde:

A_{kj}: Precios específicos o similares; k (bienes) y j (servicios).

Q_{kj}: Cantidades; k (bienes) y j (servicios), donde k = 1,..., m y j= 1,..., n

Técnicas de investigación utilizadas:

Sistema de Información Geográfico (SIG): herramienta de uso general para la descripción y análisis de la información geográfica.

Costo evitado (de reemplazo y alternativo/ sustituto): ahorro que representa para la sociedad, si ésta acude a la ciencia y la técnica, ante el planteamiento hipotético de afectación del servicio ecosistémico. Empleada en los servicios ecosistémicos.

Transferencia de beneficios económico/ha: extrapolación de beneficios económicos desde ecosistemas con similares características. Empleada en los servicios ecosistémicos.

Costo de Oportunidad: valor del bien o del servicio al que se renuncia. Empleada en los bienes ecosistémicos en conservación.

Resultados y discusión

Se muestran los estimados para la vulnerabilidad ecológica y la vulnerabilidad económica, así como los bienes y servicios ecosistémicos según los métodos de investigación declarados anteriormente.

Vulnerabilidad ecológica

Ante el peligro de inundaciones por penetraciones del mar, todos los municipios de la zona costera norte son vulnerables ecológicamente en alguna medida, en particular los consejos populares que forman la franja costera, incluyendo los cayos para todas las categorías de huracanes analizadas (Tabla 5. Es de señalar el aumento de consejos populares vulnerables en los municipios Esmeralda y Nuevitas en la misma medida que aumenta la categoría del huracán.

Tabla 5. Valoración de la vulnerabilidad ecológica en los municipios de la zona costera norte ante las penetraciones del mar.

Municipio	Categoría Huracán	Vulnerabilidad ecológica	Número de consejos populares vulnerables	Por ciento de consejos populares vulnerables del municipio
Esmeralda	I	Alta	2	30,0
		Media	1	
	III	Alta	2	40,0
		Media	2	
	V	Alta	2	50,0
		Media	3	
Sierra de Cubitas	I	Alta	1	33,3
		Media	1	
	III	Alta	1	33,3
		Media	1	
	V	Alta	1	33,3
		Media	1	

Minas	I	Alta	3	42,85
		Media	-	
	III	Alta	3	42,85
		Media	-	
V	Alta	3	42,85	
	Media	-		
Nuevitas	I	Alta	3	37,5
		Media	-	
	III	Alta	4	75,0
		Media	2	
	V	Alta	4	87,5
		Media	3	

Fuente: Elaboración de autores.

En el Consejo Popular Cairije, que pertenece al municipio Minas, es importante destacar que se halla gran parte del Refugio de Fauna Río Máximo, donde se destacan los sitios de nidificación del flamenco rosado *Phoenicopterus ruber ruber*, cuya protección es prioritaria por constituir el principal sitio reproductivo de esta especie en la región del Caribe. Los aspectos ecológicos más relevantes son las áreas protegidas por el norte: Río Máximo, Ballenatos y Manglares de la Bahía de Nuevitas en el municipio del mismo nombre.

Estos resultados estimados se comprobaron en la práctica con el paso de huracán Irma con categoría V, ya que su núcleo principal pasó por las inmediaciones de la costa norte de Camagüey, ocasionando daños en la estructura de las comunidades, así como en el tamaño de las poblaciones de sus integrantes, según consta en el informe de la evaluación de los daños ocasionados por este huracán.

Vulnerabilidad económica

Los municipios Esmeralda y Sierra de Cubitas sobrepasan la media provincial (Tabla 6). Resalta el segundo para un huracán con categoría V que tiene la máxima clasificación (alta). En este escenario con inundaciones, es necesario que, con la mayor prontitud, se realicen soluciones basadas en la naturaleza a partir de la resiliencia del ecosistema y, de esta forma, disminuir este riesgo con inversiones y medidas inteligentes con un enfoque integral de sostenibilidad, por ejemplo, mejorar la salud de los manglares.

Tabla 6. Vulnerabilidad económica. Inundaciones por penetración del mar.

Municipios costeros	Vulnerabilidad: Baja (B); Media (M) y Alta (A)		
	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 5
Esmeralda	8,45 (M)	9,90 (M)	10,90 (M)
Cubitas	8,10 (M)	11,30 (M)	14,00 (A)
Minas	4,30 (B)	4,75 (B)	5,25 (B)
Nuevitas	5,64 (B)	6,52 (B)	7,90 (M)

Fuente: Elaboración de autores.

Las vulnerabilidades analizadas en estos municipios costeros, relacionadas con la exposición al peligro de penetraciones del mar, el factor de ubicación es determinante, aunque existen además otros de corte organizativos que contribuyen al aumento del riesgo potencial que presenta la provincia en general.

Debido a la especialización de las actividades económicas y el grado de exposición se pudieran ocasionar pérdidas considerables en estos territorios de riesgo con mayor cuantía en Sierra de Cubitas y Esmeralda en los cultivos varios y en la actividad pesquera e industrial en Nuevitas. Para el valor de uso directo, en las tres categorías de huracanes, las dos vulnerabilidades se encuentran entre los elementos más significativos del riesgo siendo los cayos Romano, Cruz, Mégano Grande, Sabinal y Guajaba muy afectados.

Bienes y Servicios Ecosistémicos

Se exponen por categorías: valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción. De estas, en la primera categoría el estimado es significativo en el municipio Nuevitas (marcado por la actividad industrial: producción de energía eléctrica, fertilizantes, pintura, cemento, alambre con púa, lácteos, y turismo). El municipio Esmeralda presenta el segundo lugar en la producción de bienes. Incide fundamentalmente la industria azucarera y la actividad pecuaria.

La pesca privada es significativa. Se realiza el cálculo de esta actividad económica, en todas las comunidades ubicadas en la zona costera hasta la cota de 5 metros, con la participación de agentes externos y la colaboración de algunos pescadores y familiares. Se enriquece la búsqueda de datos, a partir de informaciones ofrecidas por empleados de la conservación ubicados en los cayos, pescadores dedicados a la actividad de pesca al “fly” y con trabajadores que ejercen la actividad en la plataforma del territorio con barcos que corresponden a otros territorios del país. El estimado total computado por libras, en base al precio local, sigue el criterio de los pescadores, el cual se calcula según el volumen de masa expresado en libras (70% de la captura). Se obtiene un monto superior a los 48 millones de pesos (48 566,0).

En esta cifra se incluyen peces, langosta, camarones, y esponjas, así como, el consumo familiar anual, el cual significa un gasto evitado y por ende se acepta como ingreso. El estimado contiene la pesca estatal de otras provincias, la que se combina con la forma de propiedad privada porque se contrata con el sector estatal. No se pudo estimar la extracción de coral, pero los habitantes de la zona turística de Santa Lucía, manifiestan que se ejecuta para comerciar con los artesanos de varios lugares del país. Tampoco se

logra el cálculo de la captura de carey que se comercializa con los restaurantes privados y para el consumo local porque estas cifras no se registran en el sistema estadístico territorial.

Finalmente se estima el valor de uso directo total del área del proyecto y su rendimiento productivo, este último expresa la relación entre bienes producidos para uso directo más el consuntivo entre el área. Por formas de propiedad, la estatal es la predominante con un rendimiento superior a los 29 miles de pesos por Ha. Por orden de importancia le sigue el privado, con más de 12 mil por Ha.

Valor de uso indirecto

Se seleccionan cuatro funciones ambientales y se agrupan en tres variables: captura de CO₂, oferta de agua; y control de erosión y formación del suelo.

- Captura de CO₂

Se utiliza la capacidad de captura para bosque tropical y manglar. En el primero se tiene en cuenta que existen varios estimados de captura de CO₂ en el mundo para bosques tropicales, pero en este trabajo se utiliza 81.25 ton/ha obtenido por Benítez (2006) con el trabajo “Estimación de la biomasa total en plantaciones de Casuarina equisetifolia L en la provincia de Camagüey”. En la segunda formación boscosa se utiliza el beneficio económico que representa la captura de CO₂ (103,5 ton/ha) para este tipo de bosque en el ecosistema Sabana Camagüey obtenido por Gómez, (ob.cit.) porque pertenece a la misma área objeto de estudio. Los resultados se alcanzan empleando el SIG. La tasación de la función ecosistémica, constituye uno de los servicios que prestan los bosques, en el ecosistema objeto de estudio, a la economía y la sociedad en general.

Bosque tropical: Los cayos Cruz y Mégano no tienen esta formación vegetal debido a sus características geomorfológicas. Los cayos restantes disponen de 62 823.1 ha de bosques tropicales, con mayor extensión en Romano (72,2%). En tierra firme éstos tienen una presencia de 40 477.1 ha para total en toda la zona costera de 62823.1 ha. En la cayería, el monto asciende a más de 18 millones de pesos, mientras que en tierra firme se aproxima a los 33 millones de pesos y en general existe un aporte superior a los 69 millones de pesos anuales.

Bosque manglar: Tiene presencia en todos los cayos y tierra firme del área de estudio. Abarca una extensión de 25 873 ha en los cayos (también en este caso Romano es el más significativo) y 22 390.7 ha en tierra firme para un total general de 48 263.7 ha. El beneficio económico aportado es de aproximadamente 5 millones de pesos con énfasis en

la zona de los cayos con una cifra que se acerca a los 3 millones de pesos, con Cayo Romano con el mayor aporte en el estimado.

El valor de uso indirecto por concepto de captura de CO₂ en el área de estudio es superior a los 74 millones de pesos anuales, de los cuales el 93% corresponden a bosques tropicales.

Oferta de agua

La vertiente norte de la provincia cubre un área de 5 243 km² en 10 cuencas hidrográficas de diferentes tamaños y pluviosidad, entre ellas, las más importantes son; Caonao, Jigüey, Máximo, Minas, Saramaguacán, Cascorro y Las Cabrerías. Los mayores reservorios de agua subterránea que circundan esta área, se ubican en el municipio Sierra de Cubitas (rocas cársicas) y zonas entre el río Máximo y Lugareño en rocas agrietadas (serpentinitas). Las presas de abasto a la población en la vertiente norte de la provincia son Máximo, Amistad Cubano Búlgara, Mañana de la Santa Ana, La Atalaya y Santa Teresa I. En la cuenca Máximo hay una obra derivadora y en la Saramaguacán un hidrorregulador y una derivadora que permiten una mejor distribución y aprovechamiento del recurso agua.

Se realiza el estimado del servicio ecosistémico, bajo el planteamiento hipotético de interrupción del servicio natural por pérdida de las funciones ecosistémicas inmediatas, por deterioro en la calidad del ecosistema o cambio del uso. Si se acepta este, la cuña salina avanzaría tierra adentro, debido a un desplazamiento que estaría en dependencia también de otros factores combinados como el relieve, la actividad económica humana y la entrega de agua dulce (tierra-mar), entre otros; pero para este trabajo se mantienen constantes, entonces el efecto de la concentración aumentaría y por ende, la migración de los iones debido al movimiento por la diferencia del gradiente de concentración. En tal caso, la sociedad estaría obligada a sustituir el servicio con la inversión de ingeniería. La valuación económica de la función ecosistémica se realiza, a partir del gasto evitado por concepto de inversión hidráulica:

1. Distancias del proyecto sustituto: en este caso, se maneja la distancia del reservorio alternativo (nueva fuente de abasto) y las comunidades de pobladores.
2. Precio unitario del de proyecto sustituto: promedio del costo estimado de la inversión hidráulica por km, propuesto por la Empresa de Investigaciones de Proyectos Hidráulicos de Camagüey (23 440 pesos/Km. anuales)

Control de erosión y formación del suelo

Se continúa con la situación hipotética anterior, referida en este caso, al impacto en la calidad de los suelos. Se tiene presente que el incremento de las áreas con baja fertilidad es el resultado de varios factores, entre los que se encuentran los procesos erosivos, que han eliminado la capa más fértil del suelo, y la mala utilización de tecnologías de cultivos, que provocan su degradación química, física y biológica.

La desertificación, por su parte, es el resultado del desarrollo y la combinación de los procesos degradativos antes mencionados. Fundamentalmente, la erosión, la salinidad y la eliminación de la vegetación, que induce cambios condicionantes hacia un decrecimiento de las regiones pluviométricas y del potencial biológico del suelo.

Existen otras acciones degradativas no contempladas como factor limitante, tales como la minería a cielo abierto y las zonas de préstamo que, aunque actúan en menor área, no son despreciables para el país, por su efecto devastador.

La calidad e los suelos también está asociada a la salinización porque la calidad del suelo también está en dependencia del tipo de éste: pardo, carbonato, salino o de otro tipo. Para evaluar y clasificar un suelo por su productividad resulta fundamental conocer los factores limitantes (son aquellos que provocan reducción en las posibilidades de su uso agrícola) y sus interacciones.

Para mejorar la calidad de un suelo salinizado, el proceso recurrente en la práctica es la utilización de fertilizantes, preferentemente naturales, por ejemplo, el compost, que brinda beneficios tanto productivos como ecológicos. En la valuación del servicio se aceptan los gastos evitados por fertilización el suelo, para mantener sus condiciones naturales, donde se reconoce el costo de cubrir el área terrestre ocupada por los cayos y tierra firme. En la tasación económica se requerirían 45 t de compost/ha, según datos obtenidos del Instituto de Suelos Camagüey. La propia fuente define que la restauración de una hectárea de suelo salinizado se estima entre 9 000 y 27 000 pesos. Para otorgarle una expresión monetaria al servicio de protección, se acepta el costo mínimo. En ambos casos, se procede a tasar a través del SIG el área ocupada:

Mantenimiento de la calidad del suelo

Se aceptan los gastos evitados por fertilización el suelo y se reconoce el costo de cubrir el área terrestre ocupada tanto en los cayos como en tierra firme:

Total de cayos: El área total de los cayos asciende a 7 722,0 ha. Poseen mayor superficie Romano (5 190 ha) y Sabinal (1 153 ha). El costo evitado por concepto de mantenimiento de la calidad del suelo (proyecto sustituto) asciende a más de 131 millones de pesos.

Tierra firme: Cuenta con un área en los cuatro municipios costeros 15 610,9 ha. En este caso se selecciona el área para evaluar el servicio ambiental en cuestión al área utilizada por maleza compacta con espina y sin espina. Para evitar la sobre evaluación económica, al igual que en la biomasa del resto de las formaciones vegetales este estimado está contenido en el costo de oportunidad del valor de opción y la captura de CO₂. El servicio prestado asciende a más de 396,7 miles de pesos.

Protección del suelo

La existencia de la vegetación representa otro costo evitado, en esta ocasión, por protección del suelo. La estimación del servicio prestado es el costo total que significaría para la sociedad, rehabilitar los daños ante el planteamiento hipotético de interrupción del servicio del ecosistema en cuestión (fertilización y restauración), el cual supera los 210 mil millones de pesos. El mayor aporte en tierra firme es el área cubierta con maleza. La expresión económica de los servicios seleccionados significa un monto superior a los 308 millones de pesos.

Valor de opción

Existen dos variantes: usar (comercializar o consumir) y conservar con uso sostenible. Los resultados se organizan por las variables vegetación, fauna y agua:

Vegetación: Incluye bosque y mangle (en zona permanentemente inundada). Para estimar el costo de oportunidad se utiliza el área por formación boscosa, la biomasa estimada y el precio del productor o tenente para madera, leña y saco de carbón. El precio del productor utilizado es el registrado en la Empresa Forestal Provincial porque sus distorsiones, con relación al precio económico, no son significativas:

Bosque: Bosques de *Conocarpus erectus* (Yana), Bosque Siempreverde Micrófilo, Bosque semideciduo mesófilo, Bosque Siempreverde de galería, Bosque Siempreverde de ciénaga y Bosque semideciduo micrófilo. Posee un área total de 173 550,4 ha de éstas, el 50% respectivamente corresponde a tierra firme y cayos. Se identifican las alternativas siguientes: Costo de oportunidad de madera y costo de oportunidad de leña.

Para estimar la cantidad de metros cúbicos de madera, se calcula el total de madera en pie (126.1 millones de metros cúbicos) y las hectáreas de bosques que existen en el país (2434.98 miles de hectáreas). Una buena alternativa en el costo de oportunidad es la leña para combustible. Se calcula la biomasa sobre la base del 65 % de los metros cúbicos de madera calculada por la Empresa Forestal Provincial de Camagüey a 6,01 pesos el metro cúbico. Estos datos se extrapolan al área de estudio empleando el SIG para obtener la biomasa correspondiente y se ejecuta la tasación.

Los ingresos potenciales por concepto de bosque, expresados a través del costo de oportunidad se aproximan a los 23 millones de pesos, de éstos, más del 64% se concentran en tierra firme; el resto en los cayos. El potencial mayor le corresponde a Romano, beneficio económico producido en un área de 161,34 km². La madera supera los 22 millones de pesos (97 %) mientras que la diferencia se identifica por concepto de leña para combustible. Es necesario clarificar que este ecosistema forestal tiene mayor potencial de uso, entre otros se encuentra la apicultura, aunque se reconoce que para poder fomentar esta actividad es necesario tener en cuenta la salinidad, porque las abejas no sobreviven si la sal se deposita en las hojas y flores. También, las plantas medicinales para la elaboración de medicamentos representan una oportunidad. En la clasificación del Acta Botánica Cubana No 91, de Barreto Adelaida (1992) se identifica un mínimo de 46 plantas medicinales.

Mangle: Bosque Siempreverde Manglar Mixto de *Rhizophora mangle* (Mangle rojo) y *Avicenia germinans* (Mangle prieto), Bosque Siempreverde de *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*, y Manglar de *Rhizophora mangle*. Se dispone de datos sobre la producción de madera del manglar, por lo que se pudo precisar el estimado para esta formación boscosa como productor potencial. No obstante, en este trabajo, no se desecha la posibilidad de que el manglar sea explotado para la extracción de madera, pero tampoco se estimula pues debe manejarse sobre bases sostenibles.

Para mantener la dimensión antes expuesta, la explotación del recurso debe tener en cuenta el incremento medio anual (IMA: 4,2 m³/ha/año), lo cual significa que no se debe extraerse una cantidad superior al promedio anual de recuperación natural del bosque. Los autores comparten y resaltan el respeto a este principio, por lo que el estimado se corresponde con la producción potencial anual. Una buena alternativa en el costo de oportunidad sería la producción de carbón, debido a la calidad que históricamente tiene este producto del mangle, el que está demandado en el mercado local e internacional. Esta sin dudas, constituye la mejor alternativa económica. Según la Empresa Provincial Forestal de Camagüey, con una disponibilidad de 20 m³ de cuerda de leña se producen 30 sacos de carbón. Estos datos se extrapolan al área de estudio usando el SIG para obtener la biomasa correspondiente y se ejecuta la tasación.

Se trabaja con las siguientes alternativas: Costo de oportunidad de madera y costo de oportunidad de sacos de carbón. Los beneficios económicos para la formación boscosa de mangle exhiben una potencialidad de ingresos totales que se aproxima a los 27 millones de pesos y más de un millón en moneda convertible (superior a 28 millones en

ambas monedas). Este tipo de bosque predomina en el área de los cayos por lo que tiene la mayor participación en los ingresos con el 54% del monto.

En general, el costo de oportunidad para la vegetación supera los 51 millones en ambas monedas. El estimado equivale el monto de ingresos que la sociedad renuncia por concepto de conservación con uso sostenible de los bosques en el área objeto de estudio.

Fauna: Contempla el número de individuos de la fauna en conservación, inventario en poder del tenente para Río Máximo. Se incluye, además, otros recursos con igual tratamiento, como los huevos (flamenco, cocodrilo, etc.) entre otros. Contiene además, la masa reproductora del ganado vacuno, equino, ovino, caprino, porcino, avícola y búfalo porque estas constituyen la base del sostenimiento de la población de estas especies. En la conversión se utiliza la media ponderada de unidades (cabezas) a kilogramos de biomasa.

La biomasa del ganado reproductor se tasa por tipo y el precio correspondiente del productor (Empresa de Aseguramiento y Servicio del Ministerio de la Agricultura en Camagüey). Para el resto de las especies se usa el mismo esquema según el inventario de precios identificados en la Empresa Nacional de Flora y Fauna de Camagüey. Según el listado de especies, existen abundantes especies, muchas de ellas exóticas y carismáticas. Se registran 20 000 ejemplares de aves marinas en la ficha de los humedales de Ramsar depositada en el Centro Nacional de Áreas Protegidas de Cuba. También se acepta, que varias especies de aves estarían limitadas por el tipo de alimentación y la adaptación en cautiverio. Por ejemplo, el pelícano consume pescado, lo que provocaría que su alimentación en cautiverio fuera muy costosa. En el caso del delfín se trata de una especie que posee demanda en el mercado internacional para las actividades extrahoteleras. Estos criterios, entre otros, sirven de referencia para la estimación del valor mínimo manejando el costo de oportunidad.

En el estimado se consideran las alternativas siguientes: Costo de oportunidad de los flamencos, costo de oportunidad de aves acuáticas, costo de oportunidad del cocodrilo, costo de oportunidad de los delfines, costo de oportunidad del venado y costo de oportunidad de la jutía. El ingreso potencial total estimado supera los 76 millones de pesos, de éstos, el más representativo es el flamenco rosado (92%).

Especies en conservación del sistema productivo en todas las formas de propiedad: En las áreas con uso para el ganado (vacuno, equino, ovino, caprino, porcino y aves) existen una parte de la masa total destinada a la reproducción. Las alternativas consideradas son las siguientes: costo de oportunidad de vacuno, costo de oportunidad de equino, costo de

oportunidad de ovino, costo de oportunidad de caprino, costo de oportunidad de porcino, costo de oportunidad de avícola y costo de oportunidad de búfalo. Los ingresos potenciales superan los 66 millones de pesos. Los municipios con mayor participación en el monto son: Esmeralda (51.4%) y Minas (30.8%).

Agua superficial: Por la importancia económico-social y ambiental del agua, se resaltan aspectos necesarios para su valoración económica. El costo de oportunidad del agua en el polígono de estudio considera el balance hídrico por cuencas el cual permite conocer un aproximado de la cantidad de agua. Se aclara que este balance se realiza para el presente trabajo. En este caso, falta determinar aproximadamente el volumen que se infiltra, además precisar todas las corrientes superficiales y cuerpos de agua que evaporan. En general, el sesgo por estos conceptos declarados anteriormente en el resultado final del área (volúmenes que constituyen pérdidas en el balance) no impide la tasación a través del costo de oportunidad.

La disponibilidad de agua tiene que garantizar el gasto ecológico para proporcionar bienes y servicios por lo que, se hace indispensable respetar esta demanda. Para el costo de oportunidad se precisa identificar las alternativas de usos del agua; para lo cual se emplea la clasificación propuesta por el Banco Mundial (2011). Como mejor alternativa se selecciona el uso agrícola correspondiente para América. El cultivo de arroz es una de las producciones agrícolas con mayores demandas del líquido. Su cosecha tiene dos ciclos en el año. La primera se efectúa en el mes de octubre y la segunda se realiza en la primavera con un consumo promedio por hectáreas de 20 000 m³ en cada uno. Este renglón productivo consume por ciclo 3 072 000 m³ de agua en la zona de explotación del área de estudio.

Para obtener el costo de oportunidad del agua, el balance es multiplicado por un 70% de la disponibilidad de agua y que significa la entrega máxima y se convierte la disponibilidad de hm³ a m³, la cantidad del uso del agua para la mejor variante señalada a inicios del párrafo (74%) y el precio del líquido que en Cuba es de 0,30 centavos/m³. El estimado asciende a 214 615,2 MP constituyendo éste el ingreso potencial.

Los BSE estimados (Tabla 7) visualiza la importancia de los bienes en conservación (valor de opción) y los servicios ecosistémicos (valor de uso indirecto), lo cual se corresponde con las características del ecosistema estudiado. Se debe tener presente que el Rendimiento Económico Ambiental en este trabajo significa la expresión del valor de uso directo, indirecto y de opción por km² del ecosistema en general (4 062,0 km² de

zona terrestre firme, emergida y marina), porque el mismo funciona como un todo a partir de la interacción de sus elementos de la biodiversidad.

Tabla 7. Estimado total de bienes y servicios ecosistémicos, estructura porcentual y su rendimiento en la zona costera norte de Camagüey.

Categoría	Bienes y servicios (MP)	Estructura Porcentual (%)	Rendimiento Económico y Ambiental (MP/Km²)
Total valor de uso directo	181 020,0	20,2	44,6
Total valor de uso indirecto	308 663,0	34,4	76,0
Total valor de opción	408 462,0	45,5	100,6
Total ecosistema	898 145,0	100,0	221,1

Fuente: Elaboración de autores.

Con relación a los peligros hidrometeorológicos, se observa que las metodologías y resultados practicados en el mundo tienen correspondencia. No obstante, el contexto cubano tiene condiciones económicas y sociales que precisan de procedimientos metodológicos particularidades para poder contribuir a la toma de decisiones inteligentes, eficientes y viables.

En el caso de Cuba resulta beneficioso realizar los análisis desde la perspectiva de la economía ecológica, ya que la misma brinda herramientas para alcanzar un desarrollo sostenible (Castañeda, 2017, p. 36). Aunque existen algunas particularidades entre esta corriente y la economía ambiental, para los autores de este trabajo cuenta la esencia de sus propósitos referida a la conservación de los ecosistemas, con énfasis en los frágiles debido a su importancia natural.

En el ámbito internacional existen diferentes metodologías para la valoración de bienes y servicios ecosistémicos, pero esencialmente se han aplicado bajo la concepción de la economía de mercado, que no es recomendable extrapolarlos hacia un contexto cubano. No obstante, se tiene en cuenta el lenguaje compartido con relación a la clasificación de las categorías, aunque los aportes teóricos y conceptuales internacionales no tienen concordancia con los puntos de vista del pensamiento filosófico seguido por autores cubanos como Zequeira (2007).

Existen experiencias internacionales importantes y que con respeto los autores de este trabajo reconocen su pertinencia. Entre los métodos aplicados se usa la Disposición a Pagar (DAP) empleando la encuesta. Por ejemplo, sobre la base de la apreciación del turista otorgar un valor económico a la conservación de un paisaje (Costanza, 1917). También a través de una encuesta se realizó la valoración económica de los servicios ecosistémicos por parte de agricultores de la cuenca del río Aconcagua, en Chile.

Utilizando este método se consiguen interesantes resultados para mejoras en la protección de los servicios ecosistémicos (Huenchuleo y Kartzow, 2018).

Otra experiencia también interesante se identifica en Gómez (2017) en la cual se aplica el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) propuesta por Saaty (1980). Este es un método de selección de alternativas, que Gómez (2017) defiende y concuerda con Ridgley y Rijsberman (1992), donde se evalúa dichas alternativas respecto a un conjunto de criterios para dar respuesta a un problema complejo. Esta herramienta es una aproximación científica que permite asistir en el proceso de toma de decisiones (Saaty, 1994; Moreno, 1996; Barredo, 1996; citado por Gómez, 2017). En este trabajo se utiliza la encuesta apoyado por la opinión de expertos. El objetivo del estudio es determinar el valor económico de un ecosistema costero-marítimo utilizando como caso de estudio la costa de la Safor, en la Comunidad Valenciana.

Se concuerda que las técnicas de valoración económica no apuntan a ofrecer un valor de la biodiversidad per se, sino a estimar el valor económico asociado a ciertos bienes o servicios compatibles con la conservación de la misma (Figueroa, 2005; citado por Iwuan, 2017).

Los resultados permiten fortalecer y enriquecer el manejo integrado de zonas costeras al norte de la provincia de Camagüey, el proyecto de desarrollo turístico en ejecución para los cayos de este ecosistema, los respectivos ordenamientos territoriales y ambientales, la estrategia integral de desarrollo de la provincia de Camagüey y los municipios implicados para fortalecer el desarrollo local sostenible.

Existen varios estudios internacionales y nacionales ubicados en zonas costeras, pero en ecosistemas como los humedales, los manglares y las playas. Sin embargo, la presente investigación incluye no solo a los ecosistemas naturales sino también los factores productivos territoriales lo cual es novedoso. También se distingue con relación a los métodos y técnicas de valoración económica ambiental, porque en este trabajo no se utiliza el enfoque de valoración subjetiva como el costo de viaje, así como los precios hedónicos y la valoración contingente (preferencias reveladas basadas en un mercado hipotético).

Conclusiones

- 1. La vulnerabilidad ecológica y la vulnerabilidad económica alcanzan valores significativos en los municipios costeros norte del territorio estudiado aspecto a considerar por los tomadores de decisiones.*

2. ***En los bienes y servicios ecosistémicos totales, los bienes en conservación tienen la mayor importancia económica lo cual traduce la importancia de los planes de manejo.***
3. ***Los estimados de la vulnerabilidad ecológica y la vulnerabilidad económica pudieran comprometer los BSE por lo que se deben considerar todas las interrelaciones con los componentes del área estudiada.***
4. ***El resultado evidencia que es necesario acometer acciones de adaptación, pero resalta la necesaria inversión en el ecosistema estudiado a favor de la resiliencia a través del manejo con vistas a disminuir las pérdidas.***

Referencias bibliográficas

1. Agencia de Medio Ambiente (2010). Lineamientos Metodológicos para la Realización de los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres de Inundación por Penetraciones del Mar, Inundaciones por Intensas Lluvias y Afectación por Fuertes Vientos. Agencia de Medio Ambiente, CITMA, Cuba.
2. Banco Mundial (2011). Recuperado de http://www.hispagua.cedex.es/documentacion/documentos/.../industria_limpia.pdf.
3. Barreto, A. (1992). Acta Botánica Cubana. No. 91, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
4. Benítez, J. (2006). Estimación de la biomasa total en plantaciones de casuarina equisetifolia FORTT en la provincia de Camagüey. (Tesis inédita de doctorado), Universidad de Alicante. España.
5. Castañeda, L. L., & A, A.-V. J. (2017). Valoración de bienes y servicios ecosistémicos. Importancia para el manejo adecuado de áreas marino costeras cubanas. Revista Investigaciones Marinas, 36(2), 24-41.
6. Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? Ecosystem Services, 28, 1-16. Recuperado de www.elsevier.com/locate/ecoser. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.001>.
7. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (2016). Guía metodológica para la organización del proceso de reducción de desastres y procedimientos para evaluar el nivel de reducción de la vulnerabilidad y el riesgo en los organismos, entidades y territorios. pp 212.
8. Gómez Aguayo, A. M. (2017). Valoración económica de los servicios ecosistémicos proporcionados por un ecosistema costero-marítimo aplicando la metodología Amuvan: caso implementación costa de la Safor. Comunidad valenciana. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90125/G%20VALORACION%20ECONOMICA%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20ECOSISTEMICOS%20PROPORCIONADOS%20POR%20UN%20ECOSISTEMA%20COSTA...pdf?sequence=1>
9. Gómez, G. (2002). Análisis económico del manglar del ecosistema Sabana Camagüey. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias económicas, Universidad de La Habana, Cuba.
10. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (s.f.). Recuperado de <http://www.ipcc.ch>.
11. Huenchuleo, C., & Kartzow, A. D. (2018). Valoración económica de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Aconcagua, Chile. Tecnología y ciencias del agua, 9(2), 58-85. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222018000200058&s>
12. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM. (2018). Metodología de la operación estadística variables meteorológicas . Versión: 02.
13. Iwan, A., Guerrero, E. M., Romanelli, A., & Bocanegra, E. (2017). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de una Laguna del sudeste bonaerense (Argentina). Investigaciones Geográficas (Esp)(68), 173-189. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/176/17653923010.pdf>

14. Zequeira, M. (2007). Instrumento económico y metodológico para la gestión ambiental en humedales naturales cubanos con interés internacional. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias económicas, Universidad de Camagüey, Cuba.