



Revista Cubana de Meteorología

ISSN: 2664-0880

Instituto de Meteorología

Machado Ferrer, Leonel; Alvarez Balanqué, María Teresa;
Galván Rodríguez, Líber; Durán Silveira, Teresa; Martínez López,
Dasnay; Machado Álvarez, Leonel; Isaac Concepción, Elba Niurcy
Caracterización integral de la cuenca hidrográfica del Río Baconao
Revista Cubana de Meteorología, vol. 29, núm. 2, e01, 2023
Instituto de Meteorología

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=701977564009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Caracterización integral de la cuenca hidrográfica del Río Baconao

Comprehensive characterization of the hydrographic basin of the Baconao River



<https://cu-id.com/2377/v29n2e01>

✉ Leonel Machado Ferrer*, ✉ Maria Teresa Alvarez Balanqué, ✉ Liber Galván Rodríguez, ✉ Teresa Durán Silveira, ✉ Dasnay Martínez López, ✉ Leonel Machado Álvarez, ✉ Elba Niurcy Isaac Concepción

Centro Meteorológico Provincial, Santiago de Cuba, Cuba. Teléfono: 226443357, 58933657

RESUMEN: La provincia Santiago tiene la cuenca hidrográfica del río Baconao, sobre ella se han puesto en práctica distintas actividades antrópicas, unidas a los impactos que producen los fenómenos extremos, generan múltiples problemas al medio ambiente. Esta investigación tiene como objetivo general una caracterización como herramienta fundamental, para la aplicación del sistema de gestión ambiental, profundizando en el comportamiento de las variables meteorológicas, en diferentes alturas, utilizando el método de cálculo de gradientes, zonificando zonas sísmicas del territorio, establecida en la NC 46:1999, áreas de penetración del mar e inundaciones. Se evalúa sus características físico-geográficas y socio administrativas, vinculando los distintos actores que tienen influencia en la alteración, mejoramiento y sostenibilidad del medio ambiente en la cuenca hidrográfica del río Baconao. Obteniéndose que las inundaciones fluviales en la cuenca Baconao son generalmente catalizadas por fuertes precipitaciones, produciéndose en la parte alta de la cuenca, la erosión constituye uno de los principales peligros geológicos.

Palabras claves: Cuenca hidrográfica, gestión ambiental, medio ambiente, sostenibilidad.

ABSTRACT: The Santiago province has the Baconao river basin, on which different anthropic activities have been put into practice, together with the impacts produced by extreme phenomena, generate multiple problems for the environment. This research has as general objective a characterization as a fundamental tool, for the application of the environmental management system, delving into the behavior of meteorological variables, at different heights, using the gradient calculation method, zoning seismic zones of the territory, established in NC 46:1999, areas of penetration of the sea and floods. Its physical-geographical and socio-administrative characteristics are evaluated, linking the different actors that have an influence on the alteration, improvement and sustainability of the environment in the Baconao river basin. Obtaining that fluvial floods in the Baconao basin are generally catalyzed by heavy rainfall, occurring in the upper part of the basin, erosion constitutes one of the main geological hazards.

Keywords: River basin, environmental management, environment, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

En la Antigüedad, en las márgenes de los grandes ríos se desarrollaron las civilizaciones que imprimieron un nuevo curso a la historia de la humanidad, llamada por los historiadores como “civilizaciones fluviales”. Estos ríos, lagos y tierras húmedas del mundo proporcionan la mayor cantidad de agua que se utiliza para el consumo humano, la agricultura, el saneamiento y la industria; así como para la vida de plantas y animales. Debido al deterioro de la situación ambiental a partir de la década de los 70 del siglo XX, se ha producido un incremento en la contaminación de ecosistemas acuáticos, atmosfera, suelos, sobreexplotación de recursos naturales, pérdida de suelo por

erosión, desertificación, efecto invernadero y lluvias ácidas, entre otros factores incorporados como amenazas, no para el hombre, sino también para el planeta. (Castro, 1992).

Córdova (2009), expresa que el deterioro que está sufriendo hoy en día el medio ambiente y la desorbitada velocidad a la que se están produciendo estos cambios forman parte de los mayores problemas que afectan, específicamente, al buen funcionamiento presente y futuro de la sociedad. Pero los esfuerzos del hombre por percibir y entender el tipo de relación que se establece entre él y la naturaleza hicieron posible que se determinaran los problemas ambientales que hoy existen y su intensidad.

*Autor para correspondencia: leonel.machado@scu.insmet.cu

Recibido: 15/05/2022

Aceptado: 03/12/2022

Según [García \(2015\)](#), toda actividad humana, económica y sociocultural tiene lugar en un contexto biofísico que interfiere en él; esto hace necesario transformar la calidad e intensidad de esas relaciones para dar lugar a distintas acciones encaminadas a reducir su impacto, lo que es conocido como gestión ambiental. Surge entonces la necesidad de organizar formalmente, en el interior de las empresas, entidades, pequeñas unidades productivas y la comunidad en general, la planificación ambiental de los proyectos, su ejecución también la posibilidad de evaluarlos periódicamente, con el objetivo de mejorarlos para hacerlos cada vez más eficientes. Esto constituye, en esencia, lo que universalmente se conoce como un "Sistema de Gestión (o Manejo) Ambiental - SGA". ([Márquez, 2010](#)).

Una cuenca hidrográfica es la superficie terrestre drenada por un sistema fluvial continuo y bien definido, cuyas aguas vierten a otro sistema fluvial o a otros objetos de agua, con características geosistémicas propias y con límites generalmente determinados por la divisoria principal según el relieve ([González, 2011](#)); estas ocupan el espacio del territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, que conforman los sistemas hídricos en toda la tierra emergida del planeta, teniendo un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de esta línea divisoria. Estos subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que esté ubicada la cuenca y el nivel de intervención del factor humano ([Umaña, 2002](#)).

Desde el ámbito socioeconómico en la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales, generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano y los procesos naturales que en ella se desarrollan; por lo que esta tiene la capacidad natural de prestar servicios ambientales por su vocación o posibles usos potenciales para el abasto de agua para la población y el desarrollo agropecuario, la pesca, acuicultura, la producción hidroenergética, la minería, el turismo, la conservación y el desarrollo poblacional, entre otros ([Umaña, 2002](#)).

Particularmente, la aplicación de los sistemas de gestión ambiental, es relevantes en zonas fluviales (cuenas hidrográficas), afectadas por el desarrollo de la sociedad. Según [González \(2003\)](#), en Cuba, antes de 1959 no existía un programa o proyecto gubernamental para gestionar o reducir el impacto social en las cuenas hidrográficas.

La caracterización integral es una de las herramientas que emplea la gestión integrada de cuenas hidrográficas, para realizar diagnósticos a los diferentes niveles de riesgos, ante el impacto de fenómenos naturales y antrópicos, con el fin de identificar las problemáticas naturales, también el deterioro debido las transformaciones producidas por la incidencia humana en la operación y desarrollo de los asentamientos hu-

manos, además sirve de ayuda para lograr las metas y objetivos, a través de una serie de estrategias, entre las cuales se encuentra la optimización de los procesos y el enfoque basado en la gestión, la disciplina; involucrando a un conjunto de etapas integradas en un proceso continuo, que funcionan hasta lograr su mejora definitiva.

En consecuencia, con lo anteriormente planteado, se considera la caracterización integral de cuenas hidrográficas un conjunto de acciones de desarrollo integral para aprovechar, proteger, conservar y/o mejorar los recursos naturales y sus zonas costeras de forma sostenible, donde la calidad del medio ambiente y los sistemas ecológicos se benefician. En este ámbito se deberán tener en cuenta las potencialidades de ocupación del espacio natural, el respeto a las necesidades territoriales, los procesos del medio físico para su desenvolvimiento y dinámicas del medio natural; así como la no interferencia o impacto en el equilibrio ecosistémico al llevar a cabo las distintas actividades. Para ello es necesaria la acción integrada y multidisciplinaria de los distintos actores que intervienen a través del estudio, educación, planificación, diseño, ejecución, control y evaluación cíclica de todas las acciones desarrolladas, de manera que se garantice su sostenibilidad y el desarrollo socioeconómico continuo asegurando la permanencia y funcionalidad de los asentamientos, obras y actividades del hombre.

Particularmente, en la provincia Santiago de Cuba existen cuenas hidrográficas de interés nacional: Cauto, Guantánamo- Guaso y Mayarí, y de interés provincial: San Juan y Baconao; sobre ellas se han puesto en práctica distintas actividades antrópicas (degradación de los suelos, inadecuadas técnicas agrícolas, tala indiscriminada de árboles, pastoreos extensivos, entre otros), que unidas a los impactos que producen los fenómenos extremos en sus márgenes, se generan serios problemas sobre el medio ambiente, haciéndose necesario gestionar esta situación. En este contexto, una de las cuenas hidrográficas poco estudiadas desde el punto de vista integral para su gestión lo constituye la cuenca del río Baconao, donde desde hace varios años se pretende construir un embalse para mitigar la problemática del abasto de agua a la población y la economía, que existe en la región debido a los largos períodos de sequía ([ONEI, 2015](#)).

La cuenca hidrográfica del río Baconao forma parte de la reserva de la biosfera parque Baconao, que constituye una de las zonas turísticas de la provincia Santiago de Cuba. Según [Lebisle-Zapata \(2012\)](#), en esta reserva se identifican distintos problemas ambientales.

Es importante hacer notar que la expresión "cuenca hidrográfica" engloba los recursos hídricos superficiales y sub superficiales, los recursos del suelo y la tierra, los ecosistemas de humedales y los ecosistemas asociados, incluidos los sistemas marino-costeros que están vinculados hidrológica y/o ecológicamente con

la cuenca hidrográfica. Las zonas de captación de los recursos hídricos subterráneos de la cuenca hidrográfica no siempre coinciden con los límites de las zonas de captación de los recursos hídricos superficiales, y ello se ha de tener en cuenta al definir la extensión de una cuenca hidrográfica a efectos de su gestión y administración (García y Gutiérrez, 2015).

Los recursos naturales que se encuentran dentro de las cuencas hidrográficas son bienes contenidos en los ecosistemas que son valorizados socialmente, pues constituyen el soporte de actividades económicas y productivas; son además integrantes de complejos ecosistemas donde componentes bióticos y abióticos interactúan entre sí, reciben entradas de energía, materia e información, en el marco espacial de las unidades sistémicas definidas por las cuencas hidrográficas, se producen ciclos biogeoquímicos, transformaciones y salidas de la energía, materia e información ingresadas a modo de respuestas de este operador sistémico de la naturaleza (García y Gutiérrez, 2015).

La cuenca hidrográfica y la zona costera hacia donde drenan sus aguas, guardan una estrecha relación. La zona costera es la receptora directa de todos los procesos y fenómenos que tienen lugar en la cuenca. El aumento o disminución de los caudales que llegan a la costa afectan al hábitat de esta, no solo desde el punto de vista cuantitativo, sino también cualitativo. La contaminación de las aguas fluviales producto de residuales provenientes de industrias o desechos domésticos afectan la calidad de las aguas en las zonas costeras y por tanto su biodiversidad.

De igual modo, la construcción de presas retiene grandes volúmenes de agua y de nutrientes que anteriormente llegaban a las costas, donde se había creado durante años un hábitat bien definido y estable (García y Gutiérrez, 2015). No es posible diseñar un proyecto de desarrollo costero sin tener en cuenta las cuencas hidrográficas, cuyas aguas llegan a las costas, por lo tanto, se debe conocer al detalle todo lo que se planifica, construye y se desarrolla en esta cuenca.

El sistema de la cuenca hidrográfica tiene estrecha relación entre sus partes; por ejemplo, los procesos que impactan, como la deforestación o la contaminación en la parte alta o superior de la cuenca, tienen inevitablemente consecuencias en las partes intermedias, en las bajas y en las desembocaduras (García y Gutiérrez, 2015).

En esta investigación se realiza un recorrido por las principales experiencias cubanas relacionadas a las acciones específicas realizadas en las cuencas hidrográficas, encaminadas a la protección de su medioambiente; que permita tener una visión amplia de la gestión ambiental integrada que en ellas se lleva a cabo. Se hace necesario hacer de manera periódica caracterizaciones de las cuencas con la finalidad de reconocer el estado ambiental de la misma mediante el empleo y la aplicación de instrumentos jurídicos, planeación, tecnología, de lo económicos, financieros y adminis-

trativos, para lograr el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, el mejoramiento de la calidad de vida de la población dentro de un marco de sostenibilidad. La gestión debe ser emprendida por todos los actores involucrados en la solución de los problemas ambientales, mejorando no solo el estado de los recursos naturales y la biota, sino la calidad de vida de los seres humanos.

Dentro de la cuenca Baconao se encuentran ubicados varios bienes del patrimonio construido que corresponden al paisaje arqueológico de las primeras plantaciones cafetaleras en el Sudeste de Cuba, distribuido en las zonas montañosas de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo. A pesar de los esfuerzos realizados para su conservación, los estudios básicos de partida no son suficientes, con lo cual se hace necesaria su inclusión en planes de manejo ambiental propios de la cuenca. (López, 2005).

Es por estas razones que el **Objetivo General** de este trabajo se enmarca en la realización de una caracterización integral en la cuenca del río Baconao que contribuya al mejoramiento del estudio de la misma con la finalidad de mitigar los problemas ambientales derivados de la actividad antrópica y procesos naturales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación geográfica.

Particularmente, la cuenca hidrográfica del río Baconao está ubicada geográficamente al noreste de la provincia de Santiago de Cuba, entre las coordenadas 139.370 norte y 645.130 este. Limita al este con la Cuenca del río Guaso, en Guantánamo, al oeste con la Cuenca San Juan, al sur con el mar Caribe y al norte con la Cuenca del Cauto; tiene una longitud de 74 km de longitud y es atípico en el país que corre sur-noroeste-sur (Figura 2)

Ocupa un área de 248 Km², forma parte del Área Protegida de Recursos Manejados (APRM), Reserva de la Biosfera Baconao, la cual ocupa más del 22% del territorio del municipio Santiago de Cuba. De lo anterior se deriva la multiplicidad y complejidad de los intereses presentes en sus espacios, donde se solapan actividades turísticas, productivas, agropecuarias, forestales, investigativas y conservacionistas; la mayoría de estas bajo una fuerte presión socioeconómica derivada de las necesidades por satisfacer de la población del municipio, en primera instancia y de la cuenca particularmente (Salmerón y Álvarez, 2014).

La población residente en la cuenca está enmarcada en los consejos populares: El Ramón, Sigua, Siboney, Caney y El Escandel, con un total de 47759 habitantes, en la población rural. El 50% de la población está en las edades comprendidas de los 15 a los 64 años y constituye la fuerza laboral fundamental dentro de los consejos populares; gran parte de ella se dedica a la

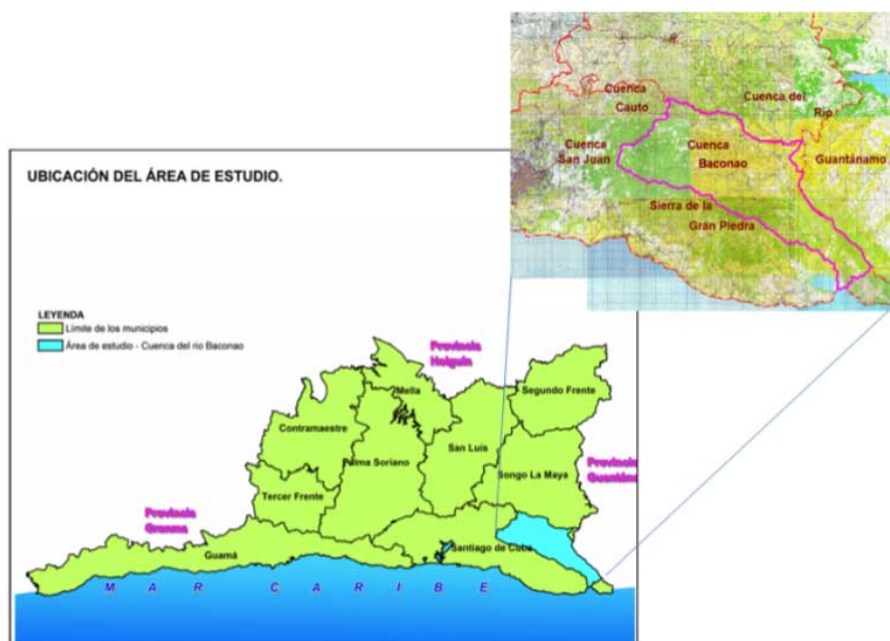


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca hidrográfica del Río Baconao.



Figura 2. Imagen de la cuenca hidrográfica del río Amazonas en América del Sur (izquierda). Fuente: Oliveras, Jordi. (2014). Partes de una Cuenca Hidrográfica (derecha), Fuente: CIAS.(1998).

actividad agrícola; el 30 % corresponde a la población entre 0 y 14 años. Por último, se tiene el grupo de las personas con más de 64 años, que constituye un 20 % para la región (ONEI, 2015).

A partir de estas prerrogativas, se realiza una extensa consulta bibliográfica que permite caracterizar esta cuenca desde varios puntos de vista:

- Físico- geográfico
- Socio-administrativo.

2.2 Clasificación de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se clasifica según el criterio que se utilice: por la evacuación de las aguas, por su ecosistema, por el relieve, por su tamaño y por la altitud:

- Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir las siguientes partes (Figura 1): parte alta, parte media, parte baja, zona de transición y zona costera.

Las cuencas hidrográficas son a menudo clasificadas por el espacio geográfico que ellas ocupan, por ejemplo, pueden ser grandes, medianas o pequeñas, pero la definición del tamaño estará en dependencia del país o la región en que se encuentren (Tabla 2):

- Tamaño

Tabla 1. Tamaño de las cuencas hidrográficas según su área (Piedra, 2011).

Tamaño	Km ²
pequeña	0.1-10 km ²
mediana	10-100 km ²
grande	Superior a100 km ²

- Relieve: al considerar el relieve y los accidentes del terreno, las cuencas pueden denominarse como: cuencas planas, de alta montañas y accidentadas o quebradas (Piedra, 2011).
- Dirección de la evacuación de las aguas: 1-Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno; 2-Endorreicas: desembocan en lagos o lagunas,

siempre dentro del continente; y 3- Exorreicas: vierten sus aguas al mar o al océano (Piedra, 2011). Este último grupo de cuenca hidrográfica pertenece a la cuenca del río Baconao.

Ecosistema: Cuenca tropical (cuenca del río Cauto), Cuenca árida (Cuenca del río Nilo en África),

Se analizó el comportamiento de variables meteorológicas temperatura y precipitación periodo 1973 - 2016 en diferentes alturas, mediante el cálculo de gradientes en las diferentes alturas, realizándose entrevistas a trabajadores y directivos de la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos de Santiago de Cuba, pobladores y actores de la cuenca hidrográfica del río.

Se emplearon sistemas estadísticos, programas computacionales, consultas, análisis de documentos para la recopilación y obtención de la información y fundamentos históricos, en correspondencia con la situación problemática; partiendo del diagnóstico y antecedentes históricos de dicha cuenca. Baconao, dando como resultado a modelaciones espaciales para inundaciones fluviales, temperaturas en diferentes alturas de la cuenca hidrográfica del río Baconao y penetración del mar.

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 Características físico-geográficas de la cuenca hidrográfica del río Baconao.

- **Geomorfológicamente**, la cuenca presenta un relieve muy irregular y de forma asimétrica, ensanchándose en el curso superior del río hasta la zona de Trucucú y estrechándose en el curso inferior. Presenta características de una zona montañosa (Tabla 2), con una red de drenaje bien desarrollada. El rango altitudinal inferior a 200 msnm ocupa solo 19,5 % de la superficie, distribuido principalmente en las zonas bajas de la cuenca, bordeando la laguna Baconao y en la porción del valle del río Baconao entre las localidades Nueva Isabel y Las Yaguas.

El rango de alturas entre 201 y 400 msnm predomina en superficie con el 31,6 %. El resto de los rangos presenta una disminución paulatina en la medida en que se aumenta en altitud. Los mayores valores de hipsometría se alcanzan en la Sierra de la Gran Piedra de 1130 msnm (DPRH, 2016).

- **Hidrografía**

El río nace en la vertiente norte de la sierra de La Gran Piedra, Sierra Maestra, a 5,2 km al noroeste del poblado de Soledad, en los 20°02'18" de latitud norte y los 75°41'00" de longitud oeste, a 730,0 m de altitud. Desemboca en el mar Caribe, en la playa homónima, a 1,0 km sureste del poblado de Baconao, en los 19°54'06" de latitud norte y los 75°26'48" de

Tabla 2. Características geomorfológicas de la cuenca Baconao. (DPRH, 2016)

Área de la Cuenca	248km ²
Perímetro	101km
Pendiente media de la cuenca	18,20%
Coefficiente de compacidad	1,4
Densidad de drenaje	1,2km/km ²
Altura media	418m
Longitud del río	74 km
Pendiente del río	9,90%



Figura 3. Modelo digital del terreno a escala 1:25000, con superposición de red hidrográfica de la Cuenca del río Baconao. Adaptado de Geocuba, 2012.

longitud oeste, a 1,1 km al sureste del poblado homónimo, municipio Santiago de Cuba; la conforman 23 afluentes, varios de ellos sin nombre en el cartográfico, sus principales afluentes son: El río Negro, el indio y el río La Anita. (Figura 3).

Alimenta la laguna a través de un pequeño canal en su zona de transición. Sus márgenes alternan con el relieve, presenta numerosos meandros y rápidos. En su desembocadura suele existir la formación arenosa nombrada Tibaracón (Geológicamente: Barra litoral). (DPRH, 2016) (Figura 4).

El agua tiene los parámetros determinados en la norma de la calidad para el agua potable, excepto el nitrato, que se encuentra ligeramente por encima del valor admisible, de ahí que se necesite tratamiento por el alto número de coliformes que contiene; el agua subterránea cumple con las normas de calidad en los parámetros físico-químicos, por lo que la calidad bacteriológica requiere tratamiento para el abasto a la población (Tabla 3). DPRH 2016.

3.2 Comportamiento de la temperatura media en la cuenca según los niveles de alturas del relieve.

A partir de datos obtenidos en los archivos del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba y los gradientes verticales empleados para estos valores, se obtuvieron estos modelos de tendencia y comporta-

miento para las variables meteorológicas (conjunto de figuras 5):

1. Tsup media: 0.65°C/100mts.
2. Tmáx media: 0.34°C/100mts.
3. Tmín media: 0.90°C/100mts.

El comportamiento de la temperatura media en la cuenca se comporta de forma distinta según los niveles de alturas del relieve. En la parte alta es de 20.7 °C, en la parte media es de 22.0 °C, en la parte baja y la zona de transición es de 26.5 °C, las temperaturas máximas medias se registran en la parte alta de 25.8 °C, en la parte media es de 27.6 °C, en la parte baja y la zona de transición es de 31.6 °C; la temperatura media mínima en la parte alta es de 17.0 °C, en la parte media

es de 17.7 °C, en la parte baja y la zona de transición es de 20.5 °C.

La alta evaporación y evapotranspiración que existe, sobre todo toda la zona de la cuenca, ya que existe una gran cobertura o masa arbórea, influyendo en el comportamiento de la temperatura en toda la cuenca y en las formaciones de nubes.

3.3 Comportamiento de la precipitación.

Los mayores registros de precipitaciones en la cuenca se registran en zona de la Gran Piedra y Sierra Larga, mientras que disminuyen a medida que se va descendiendo hacia la costa. En la figura 6 se observan las precipitaciones medias anuales.

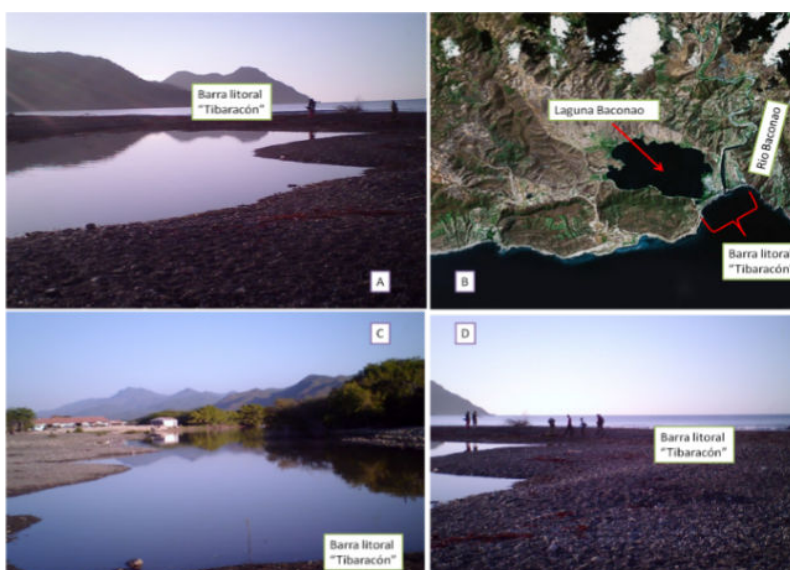


Figura 4. Imágenes de la Barra litoral (Tibaracón) formado en la desembocadura del Rio Baconao. A, C y D: Fotos; B: Imagen satelital. Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 3. Monitoreo de la calidad del agua en el área de estudio. Fuente: DPRH, 2016

Estaciones	USO	PH	CL	CA	SST	SO4	TU	DT	DBO	DQO	CT	CTT
María del Pilar	CH	8.04	35	48		22	0.8				6.8	4.5
Comunidad 13 de Agosto	CH	7.12	131	80	1066	60		490	11	37	2.8	1.8
Estac Trucucú	MA	8.08	18	72		6	4.0		9	30	3.6	3.6

Leyenda: SO₄²⁻- Sulfato. Cl⁻- Cloruro. CA -Calcio. SST - Sales solubles Totales. TU - Turbidez. DT - Dureza Total. Ct - Bacterias Coliformes Totales. CTT - Bacterias Coliformes Termotolerantes. DBO-Demanda Bioquímica del Oxígeno.DBQ- Demanda Química del Oxígeno. Nota: Todos los valores están expresados en (mg/L).

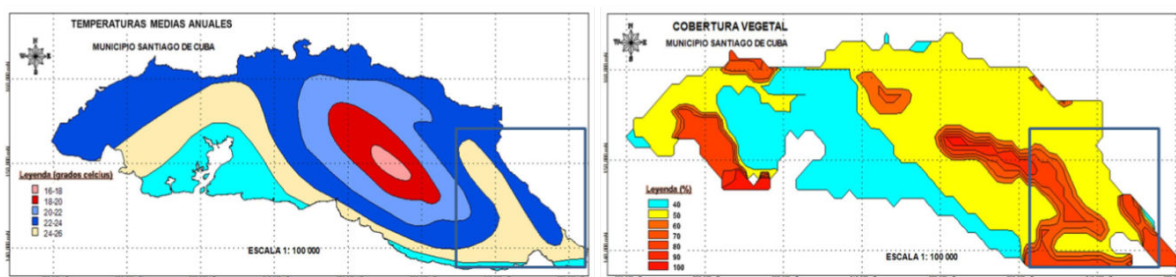


Figura 5. Imagen del modelo de temperatura media anual 1:100,000. Fuente: Colectivo de autores, 2002. (Derecha). Imagen del modelo de porcentaje de cobertura vegetal municipio Santiago de Cuba. Fuente: Elaborado por el autor, 2002. (Izquierda)

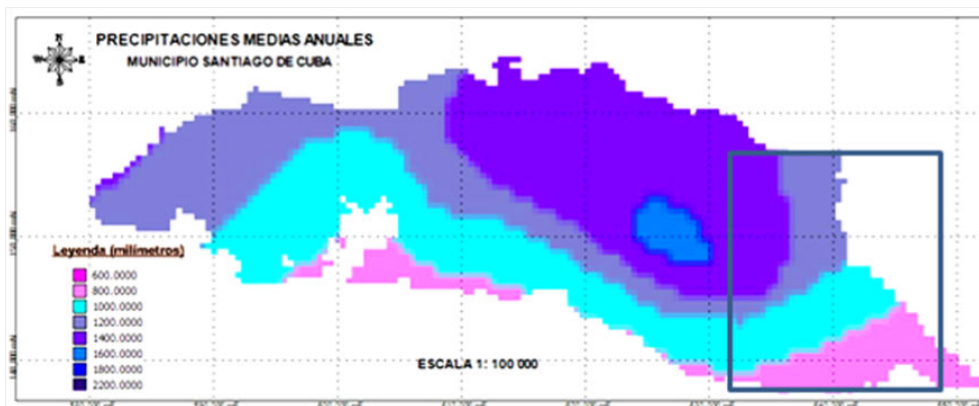


Figura 6. Imagen del mapa de precipitaciones medias anuales Fuentes: Colectivo de autores, 2002.

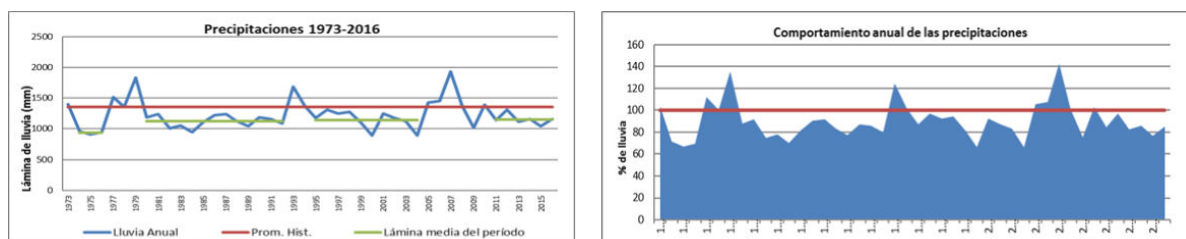


Figura 7. Imágenes del comportamiento de las precipitaciones medias anuales en la cuenca del río Baconao. Fuente: Durand, 2016.

El promedio histórico de las precipitaciones de la cuenca es de 1 353 mm el cual no ha sido superado desde el año 2010, por lo que en los últimos 6 años el régimen de lluvias ha sido desfavorable. El 2016 se comportó moderadamente seco, cercano a la media de este último periodo de reducidas lluvias que está transcurriendo. (Durand, 2016).

En el gráfico de la figura 6, se representan las precipitaciones desde 1973 hasta la fecha. Se definen cuatro periodos de déficit de lluvia con diferentes tiempos de duración y comportamiento de la lámina media de agua para estos últimos años. Esa situación ha traído como consecuencia que solo se acumularon, por ejemplo, en el año 2016, 1700 mm de lluvia en la zona alta, representando el 92% de la media histórica anual, aunque la distribución de esta en las partes media y baja de la cuenca no fue la misma, ya que estuvieron por debajo del 50% de su media histórica.

3.4 Impacto de la sequía en la cuenca.

Los impactos de la sequía en los últimos años son evidentes en la provincia Santiago de Cuba, particularmente en las cuencas hidrográficas del municipio de igual nombre donde se ubica la cuenca Baconao. Este fenómeno se considera uno de los factores que más desfavorece a la población y tiene relación con los largos periodos de disminución de las precipitaciones que se han registrado históricamente; los que además tienen correspondencia con la manifestación en la atmósfera superior del fenómeno llamado “ENOS” o el niño y la influencia del anticiclón Azores Bermuda.

3.5 Inundaciones fluviales en la cuenca.

Según Diéguez y Beyrí (2015), las inundaciones fluviales en la cuenca Baconao son generalmente catalizadas por fuertes precipitaciones que se producen en la parte alta de la cuenca, sobre todo en el periodo húmedo (mayo-octubre), fundamentalmente en el sector que abarca María del Pilar hacia la costa en la parte baja de la cuenca, ya que es una zona amplia y de poca altitud, característica de las zonas aluviales costeras. Es válido aclarar que no es de alta vulnerabilidad social debido a la escasa población que habita en esa área (conjunto Figura 8 y 9) (Diéguez y Beyrí, 2015).

3.6 Inundaciones por penetración del mar.

Dadas las características costeras de la zona de estudio, las inundaciones por penetración del mar pueden alcanzar hasta 0,5 metros de altura sobre el nivel del mar, y llegar a las inmediaciones de la comunidad Baconao o en el área del estuario del río hasta 140 metros medidos desde la costa hacia el interior del territorio, primeramente, con un cono ancho que se va estrechando a medida que va avanzando dicha penetración (Figura 9) (Beyrí et.al 2015).

Según Pérez (2007) la erosión constituye uno de los principales peligros geológicos del municipio Santiago de Cuba, valorándose como elevada debido a la intensidad de los factores condicionantes de la erosión; entre estos, intensa capacidad erosiva de los suelos, la presencia de rocas vulcanógeno sedimentarias medianamente compactadas con una potencia considerable, sobre todo hacia el sur, un elevado factor del relieve manifestado por sus pronunciados ángulos de inclina-

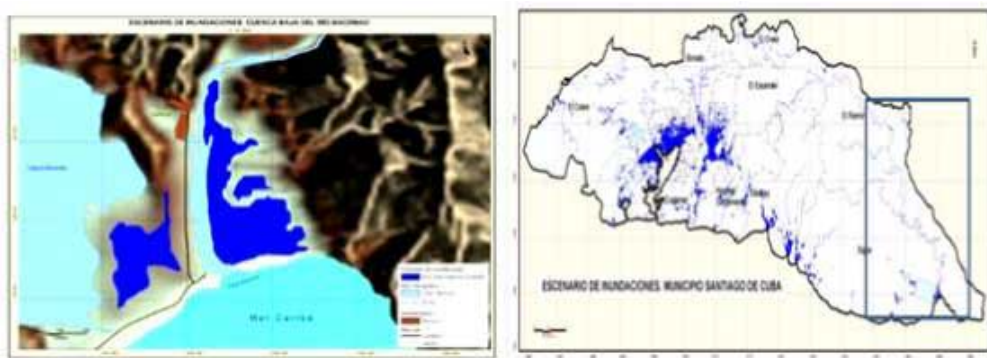


Figura 8. Imagen del mapa de inundaciones fluviales del municipio Santiago de Cuba señalando en recuadro el área correspondiente de influencia de la cuenca hidrográfica del río Baconao (izquierda). Detalle en la zona baja y transición de la cuenca de las inundaciones(derecha). Fuente: Elaborado por el autor y [Beyrí, 2017](#).

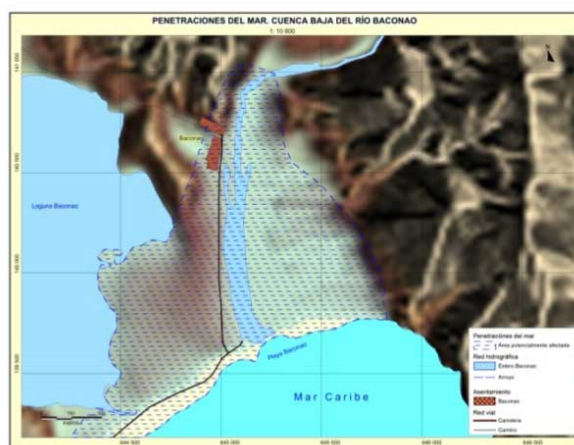


Figura 9. Imagen del mapa de penetración del mar significando la zona costera de la cuenca del río Baconao. Fuente: Elaborado por el autor y [Beyrí, 2017](#).

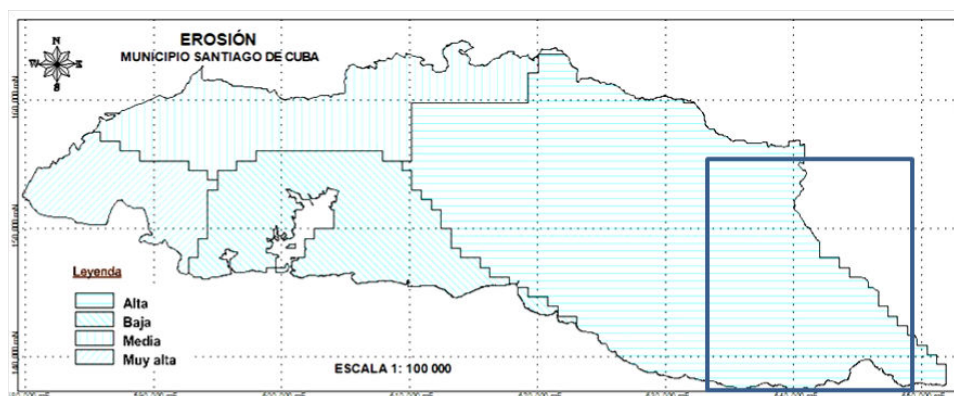


Figura 10. Imagen del mapa de erosión del municipio Santiago de Cuba señalando en recuadro el área correspondiente de influencia de la cuenca hidrográfica del río Baconao. Fuente: [Colectivo de autores, \(2002\)](#).

ción y longitud de las pendientes, y poco desarrollo de la vegetación. Estos elementos coinciden con los que se desarrollan en la cuenca, clasificándose como alta en toda su extensión territorial. ([Figura 10](#)).

3.7 Conformación del suelo.

Según [Salmerón y Álvarez \(2014\)](#), desde el punto de vista agroforestal, existen en el área de la cuenca

varios tipos de suelos que se muestran en la [figura 11](#), con predominio el pardo grisáceo, aluvial, ferralítico amarillento y fersialítico pardo rojizo.

3.8 Flora y fauna

La flora de la cuenca Baconao está compuesta por unas dos mil especies vegetales, las que se distribuyen en once tipos de formaciones vegetales según

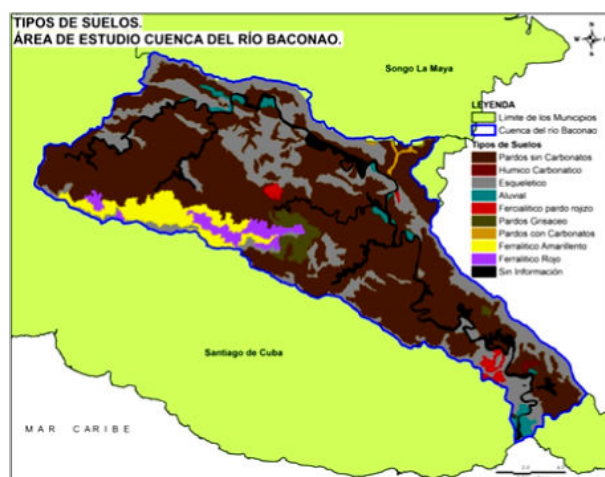


Figura 11. Imagen del mapa de tipos de suelos presentes en la cuenca del río Baconao a escala 1:25000, adaptado de Geocuba, 2012

Reyes (2006) y Figueredo (2008, 2009). El 90% de las plantas descritas para la cuenca pertenece al Área Protegida de Recursos Manejados Reserva de Biosfera Baconao con, aproximadamente, 1800 taxas infragenéricas, reserva que a su vez contiene al Paisaje Natural Protegido Gran Piedra como una de sus zonas núcleos importantes. Para este macizo montañoso se registran 432 fanerógamas, agrupadas en 274 géneros y 97 familias.

Del total de especies reportadas para el Paisaje Natural Protegido Gran Piedra, 87 constituyen endemismos, de los cuales el 9% se encuentra categorizado con algún grado de amenaza, según Berazain *et al.* (2005). Se destaca, en este aspecto, *Lepanthopsis microlepanthes* (Orchidaceae) reportada en Peligro Crítico (CR); como endémicos locales estrictos, Borhidi (1991) reporta para este macizo a *Rondeletia intermixta* y *Callicarpa floccosa*.

Debido a las características edafo-climatológicas presentes en la Gran Piedra, se registran otros grupos florísticos compuestos por 316 taxones infragenéricos de helechos y un total de 215 briófitos (musgos y hepáticas). Estas especies abundan, fundamentalmente, en la pluvisilva montaña y los bosques de galería, formaciones vegetales donde predominan las lluvias y condiciones de humedad favorables, factores propicios para su establecimiento y desarrollo. (Colectivo de autores, 2007).

En otra de las zonas núcleos de conservación, la Reserva Ecológica Hatibonico, López (2007) reporta 415 especies de fanerógamas, distribuidas en los matorrales espinosos semidesérticos conocidos como Monitongos y, de las cuales, 80 constituyen endemismos. Predominan especies espinosas y suculentas, algunas de ellas con categoría de amenaza como son: *Dendrocereus nudiflorus* (aguacate cimarrón) y *Consolea macracantha* (tuna de cruz) (Figura 12), ambas cactáceas reportadas como vulnerables (VU) según Berazain *et al.* (2005).

En cuanto a la vegetación, Cardona, (2009) describe para la zona: matorrales xeromorfos costeros y sub-

costeros, con abundancia de suculentas y cactáceas arborecentes y columnares, vegetación de costa rocosa y arenosa, así como uverales y manglares. También se encuentran los bosques siempreverdes micrófilos costeros y subcosteros (Montes secos), donde se pueden apreciar especies endémicas como *Coccothrinax fagildei* Borhidi (categorizada como vulnerable) y *Melocactus evae* y *Opuntia militaris*, en la zona de Hatibonico, al Este de la reserva (Figura 12).

Como formaciones montañosas se identifican los bosques pluviales montanos (800 -1 200 m.s.n.m.) y los bosques siempreverdes mesófilos submontanos (400 - 800 m.s.n.m.); estas comunidades vegetales se presentan en el Paisaje Natural Protegido Gran Piedra con un estrato arbóreo que varía, localmente, de 12 a 18 m (hasta 20) y con emergentes de hasta 25 m de altura. Entre las especies se encuentran: *Magnolia cubensis* (Figura 12), *Cupania americana*, *Weinmania pinnata* (Figura 12) y *Cyrilla racemiflora*.

Los pinares de la reserva están localizados en la Sierra de la Gran Piedra, y constituyen fragmentos aislados y pequeños, representados por la especie *Pinus maestrensis*. También se encuentran los bosques de galerías, asociados al río Baconao por toda la cuenca, variando su composición en las diferentes zonas y, por tanto, su fisionomía. El más común es el bosque de *Syzygium jambos* (pomarrosa), acompañado de *Geoffrea inermis* y *Tabebuia spp.* (Cardona, 2009)

El área marina se caracteriza por ser muy profunda y con poca extensión de la plataforma insular, ubicándose el talud que cae verticalmente alrededor de los 70 m de la línea de costa, donde se pueden observar formaciones coralinas muy bien conservadas.

En el sector Hatibonico “Los Monitongos”, que se encuentra en la parte montañosa donde limita la cuenca con la provincia Guantánamo, se observan como colinas erosivas, diseccionadas y desmembradas, que representan un accidente geográfico peculiar, con alturas del orden de los 100 m. Sus puntos más altos oscilan entre 130-200 msnm, constituyendo miradores naturales; presenta un alto contraste y valor estético,



Figura 12. Imágenes de algunos representantes de la flora en la cuenca Baconao: *Coccothrinax fagildei* (Arriba izquierda). *Consolea macracantha* (tuna de cruz) (Arriba derecha). *Magnolia cubensis* (Abajo izquierda). *Weinmania pinnata* (Abajo derecha).

geomorfológico, florístico y faunístico; la diversidad de formas que adopta los convierten en una formación única para Cuba (López, 2005).

En cuanto a la fauna se han listado 939 especies. Se citan como mariposas endémicas locales: *Achlyodes munroe* en las proximidades de la Meseta de Santiago y como mariposas endémicas de Cuba: *Anetia cubana*, *Greta cubana*, *Dismorphia cubana*, *Calisto smintheus*, *Kricogonia cabrerai*, *Atlantea perezi* y *Parides gundlachis*. De los reptiles se pueden encontrar: Iguana (*Cyclura nubila nubila*), y Maja de Santa María (*Epicrates angulifer*), así como dos nuevas especies en proceso de descripción para la ciencia que resultarían endémicos exclusivos de la Reserva. (Salmerón y Álvarez, 2014).

La actualidad de la investigación radica en su correspondencia con los objetivos priorizados de la Defensa Civil Nacional establecidos en la Directiva No.1 /2010, del Presidente del Consejo de Defensa Nacional “Para la organización, planificación y preparación del país para situaciones de desastres”; con los objetivos estratégicos nacionales del CITMA y con los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido Comunista de Cuba y la Política Nacional del Agua.

Los resultados del diagnóstico ambiental y la caracterización integral de la cuenca hidrográfica del río Baconao, permiten identificar las problemáticas am-

bientales existentes en la misma; significando que los organismos y poblaciones de la cuenca deben de tener en cuenta adecuadamente el cuidado y protección del medio ambiente.

Este diseño permitirá la unificación de los actores sociales en el mejoramiento o mitigación de los impactos negativos actuales y futuros que se presenten en ella; ofreciendo, además, algunas medidas que contribuirán a sincronizar esta gestión.

4. CONCLUSIONES

La temperatura media en la cuenca se comporta de forma distinta según los niveles de alturas del relieve. En la parte alta es de 20.7 °C, en la parte media es de 22.0 °C, en la parte baja y la zona de transición es de 26.5 °C.

En la cuenca la zona de la Gran Piedra y Sierra Larga se registran las mayores precipitaciones, mientras que disminuyen a medida que va descendiendo hacia la costa. Desde el año 2010 el promedio histórico de las precipitaciones de la cuenca no ha sido superado que es de 1 353 mm.

En la parte alta de la cuenca Baconao, el sector que abarca María del Pilar, las inundaciones fluviales son generalmente catalizadas por fuertes precipitaciones, sobre todo en el periodo húmedo (mayo-octubre). Las inundaciones por penetración del mar pueden alcanzar

hasta 0,5 m de altura sobre el nivel del mar, llegar a las inmediaciones de la comunidad Baconao o en el área del estuario del río hasta 140 m.

Los factores condicionantes de la erosión, que se encuentra en casi toda la extensión territorial de la cuenca son valorados como elevado, constituyendo uno de los principales peligros geológicos.

Recomendaciones

Este trabajo de caracterización integral debe utilizarse por los consejos provinciales y municipales de cuencas hidrográficas y entidades que tributen realización de la misma.

Los actores sociales del río Baconao utilizar la Caracterización integral en cuencas hidrográficas del río Baconao para la unificación en el mejoramiento o mitigación de los impactos negativos actuales y futuros que se presentan para contribuir a sincronizar esta gestión con proyectos para el turismo y la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. C., Puchades, M. Á. C., & Quintana, L. O. Á. (2014). Caracterización de los bosques semideciduos mesófilo Y micrófilo en el refugio de fauna El Macío, Granma Cuba. *Ciencia en su PC*, (2), 1-25.
- Berazaín, R., Areces, F., Lazcano J.C., & González L.R. (2005). Lista roja de la flora vascular cubana. Documentos 4. Jardín Botánico Atlántico de Gijón. España. 86 pp.
- Beyrí, M. A., & Bermúdez, D. G. (2015). Informe y mapa de escenario de inundaciones del municipio Santiago de Cuba. Archivos DPRH Santiago de Cuba.
- Cardona, L. M. F., Durán, G. P., Laverdeza, R. M. B., & Cantillo, F. A. (2015). Especies forestales de las terrazas costeras de la Reserva de la Biosfera Baconao, Cuba. *Revista ECOVIDA*, 5(2), 232-248.
- Castro Ruz, F. (1992). Mensaje a los jefes de Estado en la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo. Río de Janeiro. Brasil.
- Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), (2014). Plan de manejo: Área Protegida de Recursos Manejados. Reserva de Biosfera Baconao Santiago de Cuba 2014 - 2018. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Córdoba, E. B., Martínez, A. C., & Ferrer, E. V. (2009). Análisis de la calidad general del agua superficial en la cuenca hidrográfica del Júcar: periodo 2000-2009. M+ A Revista Electrónica de Medioambiente, (12), 18-33.
- DPRH, (2016). Informe semestral de las cuencas de interés provincial Baconao, enero-junio Consejo Territorial de Cuencas Hidrográficas Santiago de Cuba.
- Durand, S. M.T. (2016). "Comportamiento de las precipitaciones en la cuenca del Río Baconao. Boletín hidrológico, DPRH Santiago de Cuba.
- Galván, L. (2014). Procedimiento para la gestión y reducción de riesgos geológicos en la provincia Santiago de Cuba (Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa).
- García, F. J. M., & Gutiérrez, D. J. B. (2015). La gestión de cuencas hidrográficas en Cuba. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: Consejo Nacional de Cuencas hidrográficas. La Habana, Cuba.
- González Piedra, J. I. (2011). El manejo de cuencas en Cuba: un instrumento de planificación territorial.
- INRH. (2013). Política Nacional del Agua en Cuba. Propuesta a través de acuerdo FC: abril de 2013.
- Labiste-González, M., & Zapata-Balanqué, J. A. (2012). EVALUACIÓN TERRITORIAL AMBIENTAL PARA LA GESTIÓN DE DESASTRES EN EL SECTOR BACONAO PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA. *Ciencia en su PC*, (4), 29-44.
- Labrada, A. R., & Blanco, J. L. (2015). Estudio regional básico trasvase Baconao - Santiago. Geocuba norte. Holguín.
- López, A. (2005). Nueva perspectiva para la regionalización fitogeográfica de Cuba: Definición de los sectores. *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. UNAM*, 417-428.
- Luna, L. M. G., Palanqué, A. Z., Ochoa, Z. C. C., Arencibia, Y. Á., Alonso, J. A. B., & Mazar, A. D. L. M. B. (2021). Implementación de un protocolo de gestión de riesgo por presencia de ficotoxinas en la laguna de Baconao, Santiago de Cuba. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 43-78.
- Márquez, A. F., & Blas, Á. M. (2010). *Sistemas de gestión ambiental: guía para la intervención de los trabajadores*. Instituto Sindical del Trabajo, Ambiente y Salud.
- Noble, B. F., Sheelanere, P., & Patrick, R. (2011). Advancing watershed cumulative effects assessment and management: lessons from the South Saskatchewan River watershed, Canada. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 13(04), 567-590.
- ONEI, (2015). Las estadísticas del medio ambiente en la Revolución. Oficina Nacional de Estadística e Información. CITMA. <http://www.onei.cu/aec2014/02%20Medio%20Ambiente.pdf>.
- Piedra, J. I. G., & Cotler, H. (2007). El manejo de cuencas en Cuba. H. Cotler (Comp.), El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental, 21-40.
- Quiala, O. E. (2010). Empleo del sistema de información geográfica ILWIS, en el manejo de cuencas. Caso de estudio: Cuenca Río cauto. Tesis

- de maestría. Archivos CEMZOC. Universidad de Oriente. Cuba.
- Registros de los Manejos Recomendados a la organización y Desarrollo de la Economía y Aprovechamiento Forestal de la Cuenca Baconao. Archivos de la Delegación provincial de la agricultura en Santiago de Cuba. (2013)
- Salmerón, L.A, & Álvarez, L, O. (2014). Plan de manejo: Área protegida de recursos manejados "Reserva de biosfera Baconao". Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO).
- Ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente.
- Umaña, E. (2002). Educación ambiental con enfoque en manejo cuencas y prevención de desastres. *Línea) San Nicolas-NIC. Consultado el, 20.*
- Zapata-Balanqué, J. A., & Labiste-González, M. (2013). PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA ESTUDIOS TERRITORIALES AMBIENTALES EN ZONAS COSTERAS. CASO DE ESTUDIO POLO TURÍSTICO BACONAO. *Ciencia en su PC*, (1), 34-51.

Conflicto de interés: Declaramos, no tener ningún conflicto de interés.

Contribución de Autoría: **Análisis formal:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez. Elba Niurcy Isaac Concepción. **Conceptualización:** Leonel Machado Ferrer, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira. **Conservación de datos:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez. **Redacción - primera redacción** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López. **Redacción - revisión y edición:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez. **Investigación:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez. **Metodología:** Leonel Machado Ferrer, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López. **Supervisión:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira. **Validación:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez. **Visualización:** Leonel Machado Ferrer, Maria Teresa Alvarez Balanqué, Líber Galván Rodríguez, Teresa Durán Silveira, Dasnay Martínez López, Leonel Machado Álvarez.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)