

Evaluación de los recursos hídricos de Cuba

José Luis Batista Silva*

Recibido el 19 de noviembre de 2016; aceptado el 01 de marzo de 2017

Abstract

Cuba's total water volume has been reassessed to be 32 000 hm³, down from the 34 and 38 000 hm³ traditionally accepted. This estimation is based on the detailed calculations made for 628 non-regulated basins. The materials and methods used to obtain this figure are thoroughly detailed.

Key words: *water resource, watershed, hydrology.*

Resumo

Volume de água total de Cuba foi revisado, obtendo 32 000 hm³, menos do que o anteriormente publicado de 34 e 38 mil hm³. A estimativa foi feita com base em estimativas para 628 bacias hidrográficas sob condições naturais (não regulamentados). Materiais e métodos para obter os resultados foram plenamente descritos.

Palavras-chave: *recurso água, cuenca hidrográfica, hidrologia.*

Resumen

El volumen de agua total de Cuba ha sido reexaminado, obteniéndose 32 mil hm³, valor inferior a los anteriormente publicados de 34 y 38 mil hm³. La estimación se ha realizado sobre la base de cálculos detallados para 628 cuencas hidrográficas en condiciones naturales (no reguladas). Los materiales y métodos para obtener los resultados han sido totalmente descritos.

Palabras clave: *recurso hídrico, cuenca hidrográfica, hidrología.*

Introducción

La característica hidrológica más importante de un territorio, país, región, es la magnitud de sus recursos hídricos superficiales y subterráneos, es decir, el volumen total de agua dulce existente. Dada la imprescindible necesidad del agua para el ser humano, también es importante su calidad y accesibilidad, sin embargo, en este artículo

* Instituto de Geografía Tropical (IGT), Calle F No 302 esq. 13, Vedado, La Habana, Cuba, correo electrónico: jbatista@ceniai.inf.cu

se abordará solamente el tema relacionado con la cantidad promedio anual de los recursos hídricos para cuencas hidrográficas en condiciones naturales, sin ningún tipo de regulación.

Reiteradamente los especialistas han señalado —entre otros— varios elementos influyentes en la formación de los recursos hídricos de Cuba: las precipitaciones pluviales, la configuración del territorio, la vegetación, el relieve, los tipos de suelos, etc., determinantes de las características de las corrientes fluviales y marcando una variabilidad espacial y temporal. Por otra parte, un considerable porcentaje de la escorrentía fluye al mar hacia el norte y sur (con pocas excepciones) por vía superficial y en menor medida, en forma subterránea.

Desde mediados de la década de los sesenta se ha llevado a cabo un fuerte trabajo regido por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba (INRH) con el objetivo de captar la mayor cantidad de agua posible mediante la construcción de diversas obras hidráulicas. Debido a la prácticamente inexistente infraestructura hidráulica antes del año 1960, a partir de esta fecha se diseñaron y construyeron presas, canales de regadío y otras obras afines, a pesar de ser insuficientes las observaciones, mediciones e investigaciones hidrológicas, las cuales marchaban en forma paralela a las construcciones.

En la “competición” entre las obras hidráulicas y las investigaciones, el estímulo era la obra terminada, aunque realmente no se conocía con determinado grado de precisión cuáles eran (son) los recursos hídricos totales de Cuba. Los estudios hidrológicos para argumentar las obras hidráulicas se elaboraban a partir de la información pluviométrica y los parámetros extraídos de las hojas topográficas 1:50 000, apoyados en las investigaciones de campo y unos pocos aforos. Ante la imperiosa necesidad de contar con metodologías para determinar el volumen de escurrimiento se dedujeron métodos indirectos de cálculo —a partir de las cortas series de observaciones hidrométricas— que permitieron obtener resultados más aceptables. Sin embargo, no se llevó a cabo un estudio especialmente encaminado a determinar el volumen total de los recursos hídricos del territorio cubano; la mayoría de las estaciones hidrométricas se ubicaron en cierres donde posteriormente se construirían presas (por ejemplo, Bacunagua, Los Palacios).

El autor de este artículo utiliza el término “recursos hídricos” y no “recursos hidráulicos”, como es común encontrar en los medios de comunicación y aún en la literatura técnica, puesto que los recursos relacionados con el agua en cualquiera de sus formas son precisamente hídricos. Cuando se produce electricidad al aprovechar la energía cinética del agua almacenada en una hidroeléctrica, podría estimarse que son recursos hidro-energéticos, hidráulicos, pero no hídricos; generalmente se dice recursos hídricos, minerales, naturales, marítimos, eólicos, forestales, etc. Asimismo, la cantidad de agua dulce en las corrientes fluviales de una cuenca hidrográfica y contenida en las dos componentes del escurrimiento (superficial —S— y subterránea

—U—) es el escurrimiento total R, que sumado a las aguas subterráneas (acuíferos), constituye simplemente el “recurso hídrico”, por ende, es innecesario añadir el término “potencial”.

En un número especial de la revista *Voluntad Hidráulica*, se señalaba:

Los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos del país se han evaluado en 34 100 millones de m³/año, y se originan a partir de las precipitaciones. De ellos 27 700 millones de m³ corresponden al escurrimiento superficial, y 6 400 millones de m³ a las aguas subterráneas (Dorticós, P.L., 1982).

Según los cálculos realizados, el máximo aprovechamiento posible del escurrimiento superficial regulado sólo puede garantizar una entrega de 14 700 millones de m³ /año con un volumen de embalse total de 17 100 millones de m³. Para este aprovechamiento se requiere un total de 540 embalses, los cuales, a su vez implican un área de inundación de 2 300 km². Las características principales del total de embalses para el aprovechamiento del potencial hidráulico se dan a continuación:

<i>Concepto</i>	<i>UM</i>	<i>Cantidad</i>
Total de embales	U	540
De ellos, un volumen útil de:		
Más de 100	MMm ³	35,0
Entre 50 y 100	MMm ³	39,0
Menos de 50	MMm ³	466,0
Volumen útil de los embalses:	Mil MMm ³	17,1
Volumen de entrega:	Mil MMm ³	14,7
Área de inundación:	Mil ha	235,0

Por otra parte, en el caso de las aguas subterráneas, el potencial de explotación no cuenta con investigaciones precisas, por lo cual la cifra real de posible explotación dependerá de la ejecución de las investigaciones hidrogeológicas. Es de señalar, sin embargo, que potencialmente es posible aumentar las reservas calculadas por la vía de la recarga artificial, habiéndose evaluado la posibilidad de aumentar los recursos explotables en 1 100 millones de m³ para un gran total de 7 500 millones de m³/año (Dorticós, P.L., 1982).

Un grupo de experimentados especialistas, donde participaron cubanos, soviéticos y búlgaros, realizó la obra *Esquemas regionales precisados para la utilización de los recursos hídricos y de suelos de Cuba*, pero el autor de este artículo no ha podido acceder a esta publicación. Por comunicaciones personales se conoce que en el citado trabajo se da una cifra de 6 450 millones de m³ correspondientes a las aguas subterráneas (Colectivo de Autores, 1986).

Además de esto, en el sitio CubAgua (INRH) puede apreciarse la siguiente información detallada de los recursos hídricos de Cuba:

Los Recursos Hídricos Potenciales en Cuba alcanzan los 38,1 mil hm³, de los cuales 31,7 corresponden a las aguas superficiales (83%) y 6,4 (17%) a las aguas subterráneas. De este potencial total se ha evaluado a nivel de esquema como Recursos Hídricos Aprovechables 23,9 mil hm³: 17,9 superficiales (75%) y 6,0 subterráneas (25%). De acuerdo con las obras hidráulicas construidas y a las condiciones creadas para la explotación, los Recursos Hidráulicos Disponibles para la explotación ascienden a 13,7 mil hm³ (año 2006), siendo las aguas superficiales el 67% con un volumen de 9,2 mil hm³ y las aguas subterráneas el 33%, con un volumen de 4,5 mil hm³ (<http://www.hidro.cu>).

En el citado sitio WEB, en la sección Gestión Integrada del agua, Recursos Hídricos e Hidráulicos, también puede leerse:

Los Recursos Hídricos Potenciales del archipiélago cubano se evalúan, desde hace más de una década, en un total de 38 138 millones de m³ anuales. De ellos, 6 456 millones son subterráneos distribuidos en 165 unidades hidrogeológicas y los restantes 31 682 son superficiales, distribuidos en 632 cuencas hidrográficas. Sin embargo, los resultados del estudio pluvial para la elaboración del actual Mapa Isoyético de Cuba 1961-2000 (INRH, 2005), indican que estos recursos potenciales son probablemente más bajos.

En otra publicación, relativamente reciente, también se ha señalado el tema del volumen de recursos hídricos del archipiélago Cubano:

De acuerdo con estudios publicados en años anteriores (Voluntad Hidráulica, Edición 40 Aniversario INRH, 2002) los Recursos Hídricos Potenciales (RHP) provenientes de las precipitaciones han sido evaluados en 38 100 millones de m³, de ellos, 6 400 millones de m³ subterráneos en 165 unidades hidrogeológicas y los restantes 31 100 millones de m³ de aguas superficiales, localizados en 642 cuencas hidrográficas. La lámina media anual considerada fue de 1 375 mm (García Fernández, J.M. y Gutiérrez Díaz, J.B. (2015).

Como puede observarse es necesario llevar a cabo una investigación exhaustiva para determinar —lo más cercano posible a la realidad— el valor de los recursos hídricos totales promedio del país. En este trabajo se asumirá como aceptable (sujeto a ulterior investigación) el volumen de agua contenida en los acuíferos (6 450 hm³) y se procederá a calcular el escurrimiento total (componentes superficial (S) y subterránea (U)), es decir, la cantidad de agua que escurre por las cuencas hidrográficas en corrientes con escorrentía permanente e intermitente.

Materiales y métodos

Todos los cálculos realizados a continuación están referidos a regímenes hídricos no alterados por cualquier tipo de obra hidráulica. Actualmente existen varios softwares

que facilitan el cálculo de los distintos parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas (área y altura media de la cuenca, longitud del río, pendiente de la cuenca y del río, etc.). No obstante, la calidad de los resultados a obtener depende en gran medida del Modelo Digital de Elevación (MDE) que se utilice, por esta razón, se decidió recurrir al trabajo de la clasificación decimal de las cuencas del territorio cubano, elaborado por Mora, N. en el año 1976, en el cual se midieron los principales parámetros morfométricos necesarios para el cálculo del escurrimiento superficial de todos los ríos con cuencas hidrográficas mayores de 5 km².

La determinación de los parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas de los ríos cubanos se llevó a cabo en la Sección de Investigaciones Básicas, Departamento de Hidrología del INRH, mediante el procesamiento de cartas topográficas 1:50 000 y comprobaciones de campo, lográndose resultados confiables, y que constituyeron —en su momento— el punto de partida y de comparación para la evaluación de las características geológicas, hidrológicas, edafológicas, así como un importante apoyo en la elaboración de esquemas de aprovechamiento hidráulico.

Los resultados obtenidos en el último mapa isoyético, elaborado para el territorio cubano por un grupo de especialistas del INRH, posibilitan:

...efectuar las evaluaciones pluviales necesarias para los Estudios Hidrológicos que con mucha frecuencia deben ser efectuados para la gestión de los recursos hídricos en el país. Ello tiene tanta más importancia en los momentos en que se debate con mayor intensidad y comprensión los efectos del Cambio Climático.

Este trabajo, al ofertar por primera vez las salidas en forma de mapas digitalizados, montados sobre dos SIG y acompañados de tres programas de cálculo hechos en Cuba y a la medida de las necesidades del especialista nacional, ofrece una oportunidad única para agilizar las investigaciones aplicadas, en primera instancia, y para mejorar la calidad de los resultados (Rodríguez Rodríguez, F.F., *et al.*, 2005).

Todo el procesamiento del presente trabajo para obtener los volúmenes de escorrentía de cada una de las cuencas cubanas, mayores de 5 km² se realizó mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y hojas de cálculo electrónico.

La determinación de la lluvia media anual (P_m) se calculó por el método de “ponderación”, de acuerdo con las áreas parciales y la precipitación entre las isoyetas correspondientes, aplicando la ecuación siguiente:

$$P_m = \frac{a_1 p_1 + a_2 \frac{p_1 + p_2}{2} + a_3 \frac{p_2 + p_3}{2} + \dots + a_n p_n}{A}$$

a_i - área parcial; p_i - precipitación en el área parcial; A - área total de la cuenca.

A partir de los datos de la precipitación media, área y altura media de la cuenca se calcula el escurrimiento medio anual para cada una de las cuencas hidrográficas del archipiélago Cubano, teniendo en cuenta las recomendaciones de la metodología elaborada por Batista (1991), donde se expresa:

Se propone un sistema de ecuaciones de tipo parabólico para calcular el escurrimiento medio anual cuando no existan observaciones hidrométricas.

Para los ríos de las regiones Occidental y Central:

$$Mo = 1.15P^{4.74} * 10^{-14} \quad r=0.91 \quad (1)$$

Para los ríos de la región Oriental 1:

Si $P < 1500$ y $Hm < 250$ m.s.n.m.,

$$Mo = 0.258P^{3.65} * 10^{-10} \quad r=0.95 \quad (2)$$

Para los ríos de la región Oriental 2:

Si $P > 1500$ mm y/o $Hm > 250$ m.s.n.m. (Se cumplen ambas condiciones o una de ellas)

$$Mo = 2.53P^{2.72} * 10^{-8} \quad r=0.92 \quad (3)$$

Si el río se seca durante cinco meses (diciembre a abril) teniendo en cuenta las mismas condiciones planteadas sobre lluvia y altura media se recomienda aplicar las ecuaciones siguientes:

I. Para las regiones Occidental y Central:

$$Mo = 0.805P^{4.74} * 10^{-14} \quad (4)$$

II. Para la región Oriental 1:

$$Mo = 0.178P^{3.65} * 10^{-10} \quad (5)$$

III. Para la región Oriental 2:

$$Mo = 1.75P^{2.72} * 10^{-8} \quad (6)$$

Las regiones Occidental y Central comprenden todas las cuencas hidrográficas de estas regiones (incluyendo la Isla de la Juventud) hasta las cuencas de los arroyos Aguas Blancas (al sur) y Naranjo (al Norte), ambas incluidas (Figura 1). El resto de

las cuencas pertenecen a la región Oriental y la selección de la ecuación de cálculo está referida al valor de la precipitación y/o altura media de la cuenca.

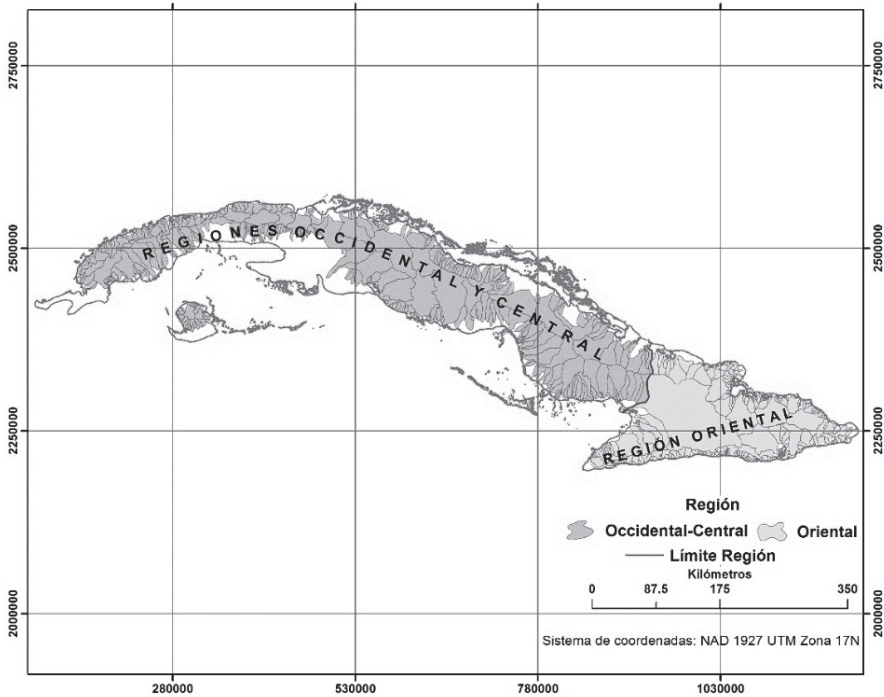


Figura 1. Cuencas superficiales señalando la división entre las regiones Occidental/Central y Oriental.

Resultados

El desarrollo de los métodos de cómputo y la aplicación de SIG actualmente posibilitan acceder a resultados muy necesarios para realizar cálculos hidrológicos relacionados con la determinación de los recursos hídricos del territorio cubano. El primer elemento o parámetro a considerar es el escenario donde se produce la escorrentía, o sea, las cuencas hidrográficas superficiales abiertas al mar. En la década de los sesenta del pasado siglo, a los hidrólogos foráneos contratados por INRH les solicitaban un valor del volumen de escorrentía superficial (recordar que esta involucra las componentes superficial y subterránea) para ríos con escorrentía permanente. Los especialistas en esa fecha solo contaban con la precipitación media anual (P_m), asumían un coeficiente de escorrentía (α) y descontaban las áreas superficiales no asociadas a cuencas hidrográficas.

Obviamente, la importancia de los datos de observaciones directas son cruciales para la determinación del recurso hídrico de cualquier territorio, por tanto, los resultados pueden variar en función de la disponibilidad de información y otros factores, en ocasiones subjetivos.

Uno de los primeros estudios hidrológicos realizados en Cuba se argumentó con datos de coeficientes de escurrimiento de ríos de otros países,

con los tres coeficientes de escurrimiento que hemos encontrado, de 36,6%, para el río Hondo, de 44,2% para la cuenca combinada de los ríos Hanabanilla–Negro–Guanayara y de 24% para el río Buey hemos hecho un estudio para deducir, por analogía, los coeficientes de escurrimiento de los demás ríos considerando que el coeficiente de escurrimiento aumenta a medida que aumenta el monto de la lluvia anual, la pendiente de la cuenca y su impermeabilidad y que es afectado por la forma de la cuenca, por el carácter de su vegetación y por la distribución de las lluvias (Orive Alba, 1954).

Recién creado el INRH (1962), el objetivo más importante era conocer la cantidad de agua superficial y subterránea del país para iniciar una intensa etapa de estudio, diseño, proyectos y construcción de obras hidráulicas. Así, se tomaba un área total muy aproximada del país, productora de escorrentía, entre 80 000–100 000 km², precipitación media igual a 1 350–1 400 mm y un coeficiente de escorrentía $\alpha \approx 0.22-0.25$, obteniéndose un volumen total de recursos hídricos superficiales alrededor de 30 000 hm³. Al mismo tiempo, la dirección de INRH estaba consciente de iniciar las observaciones e investigaciones necesarias para contar con datos suficientes que permitieran realizar estudios aplicados y poder argumentar las obras. Después de una intensa labor constructiva en el último cuarto del siglo pasado, la actividad hidrológica ha disminuido, tanto por la escasez de equipos, materiales, como la falta de especialistas, razón por la cual una solución para evaluar el volumen promedio de los recursos hídricos de Cuba, podría ser la aplicación de una metodología deducida a partir de las observaciones hidrológicas disponibles.

Derivado del procesamiento realizado por el autor, en la Tabla 1 se resumen los datos —por regiones— de las áreas (A) y alturas medias (H_m) de 628 cuencas hidrográficas, la precipitación media anual (P_m) de cada una de ellas, así como el volumen de escurrimiento total (W_o), determinados según la metodología anteriormente explicada, mientras en la Tabla 2, el resultado obtenido sobre los recursos hídricos de Cuba.

Conclusión

Evaluar la disponibilidad de agua dulce de cualquier territorio es una tarea compleja y dependiente de innumerables factores, principalmente de la existencia de observaciones hidrometeorológicas y, si se trata de características fisiográficas tropicales e insulares, el escenario se torna aún más difícil. En lo que se refiere al archipiélago

Tabla 1
Resultado del procesamiento de 628 cuencas hidrográficas

<i>Región</i>	<i>Cantidad de cuencas</i>	<i>A (km²)</i>	<i>P_m (mm)</i>	<i>H_m (m.s.n.m.)</i>	<i>W_o (hm³)</i>
<i>Cuencas mayores de 10 km² (corrientes permanentes)</i>					
Occ/Central	345	52 656	1 406	61	16 797
Oriental	161	27 046	1 468	227	8 512
Subtotal	506	79 702	—	—	25 309
<i>Cuencas entre 5 y 10 km² (corrientes intermitentes)</i>					
Occ/Central	55	390	1 313	36	74
Oriental	67	493	1 230	174	92
Subtotal	122	883	—	—	166
Total	628	80 585	1 395*	114*	25 475

*Promedio aritmético para todas las cuencas hidrográficas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2
Recursos hídricos de Cuba

	<i>W_o (hm³)</i>	<i>%</i>
Esguerrimiento total (S+U)	25 475	79.8
Agua subterránea (acuiferos)	6 450	20.2
Total	31 925	100.0

Tabla 3
Recursos hídricos de Cuba según distintas fuentes (hm³)

<i>Fuente</i>	<i>Año</i>	<i>Volumen total (S+U)</i>	<i>Agua subterránea (acuiferos)</i>	<i>Total</i>
Dorticós, P.L.	1982	27 700	6 400	34 100
Colectivo de autores	1986	—	6 450	-
CubAgua (http://www.hidro.cu)	—	31 700	6 400	38 100
García Fernández <i>et al.</i>	2015	31 100	6 400	37 500

cubano puede añadirse la situación hídrica que confrontaba el país en la década de los sesenta del pasado siglo, cuando solo existían datos de precipitaciones, una sola estación hidrométrica y la capacidad de almacenamiento de agua era casi 48 millones de metros cúbicos en 13 pequeños embalses, ubicados en las zonas Central y Oriental.

Una acertada política del Estado cubano fue la construcción acelerada de presas que fructificó poder contar actualmente con una capacidad de embalse de un poco más de 9 mil hm³. No obstante, las investigaciones hidrológicas marcharon junto a las construcciones hidráulicas y por ello no se elaboró un diseño apropiado para garantizar el desarrollo de las mediciones e investigaciones a largo plazo. Muchas de las estaciones hidrométricas se construyeron en los futuros cierres de presas y las primeras desaparecieron en el transcurso de los años; por otra parte, la distribución espacial de las estaciones no respondía a un criterio técnico-científico. Los cálculos hidrológicos para argumentar los proyectos hidráulicos se elaboran utilizando metodologías que generalmente consideraban los valores de las precipitaciones y se asumían coeficientes de escorrentías.

A partir de las observaciones hidrométricas se dedujeron metodologías, adaptadas y/o deducidas a las condiciones insulares de Cuba, que posibilitan calcular la escorrentía en cierres de estudio donde no existían observaciones (gastos máximos, escurrimiento medio anual y su distribución para distintas probabilidades, entre otras). Una de estas metodologías es la ya explicada en este artículo para determinar el escurrimiento medio anual, elaborado por el autor en el año 1991, con datos hidrometeorológicos hasta el año 1990. Sin embargo, no es posible actualizarla o elaborar una nueva metodología porque no existen observaciones directas del escurrimiento debido a las causas antes citadas. Sería muy provechoso realizar un nuevo diseño de la red de estaciones hidrométricas para una ulterior construcción, incluyendo estaciones de balance hídrico en los embalses existentes.

En el desarrollo de este artículo se aprecian los distintos valores de los recursos hídricos totales del país, tomados de algunas de las fuentes, resumidos en la Tabla 1.

Los datos presentados muestran una diferencia de unos 4 mil hm³, lo cual correspondería aproximadamente a casi la mitad del total de la capacidad de embalses en la actualidad, por tanto, sería conveniente precisar la cifra actual del volumen de los recursos hídricos totales. El procesamiento hidrológico realizado por el autor para 628 cuencas hidrográficas y la determinación de los volúmenes de escurrimiento total, utilizando la información disponible, añadidos al volumen del agua subterránea (acuíferos), muestra un volumen total de recursos hídricos de aproximadamente 32 mil hm³, cifra que podría servir como orientación para futuras evaluaciones.

Este estudio, en el cual se ha calculado la escorrentía utilizando datos confiables de las precipitaciones medias anuales y aplicando la metodología antes señalada, es solamente un aporte a la preocupación de muchos especialistas por conocer si realmente el valor promedio de los recursos hídricos de Cuba ha aumentado o disminuido, de acuerdo con los resultados de las observaciones pluviométricas y los procesos de sequía que sufre el país en los últimos lustros.

Bibliografía

- Batista Silva, J.L., “Recursos hidrográficos superficiales de la República Dominicana”, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Editorial Buho, Santo Domingo, República Dominicana, 2016, 392 pp.
- , “Recursos hídricos en el municipio Güira de Melena”, *Voluntad Hidráulica*, núm. 115, Editorial INRH, La Habana, 2016, pp. 11-18.
- , “Aprovechamiento racional de los recursos hídricos”, *Voluntad Hidráulica* 107:5-12, Editorial INRH, La Habana, 2013.
- , “Automatización del cálculo de parámetros morfométricos de cuencas hidrográficas”, *Voluntad Hidráulica*, 106:31-42, Editorial INRH, La Habana, 2013.
- , “El río Artibonito en la República Dominicana y Haití”, *Mapping*, 153:12-14, Madrid,
- , “Cálculo del escurrimiento medio anual sin observaciones hidrométricas”, *Voluntad Hidráulica*, 85:2-7, Editorial INRH, La Habana, 1991.
- Colectivo de Autores, “Esquema regional precisado para la utilización de los recursos hídricos y de suelos de las provincias cubanas”, Editorial INRH, La Habana, 1986, 245 pp.
- CubAgua\Gestión Integrada del Agua, sitio web Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, <<http://www.hidro.cu>>.
- Dorticós, P.L., “Aprovechamiento de los recursos hidráulicos”, *Voluntad Hidráulica*, número especial, año XIX, Editorial INRH, La Habana, 1982, 80 pp.
- García Fernández, J.M. y Gutiérrez Díaz, J.B., *La gestión de cuencas hidrográficas en Cuba*, Editorial INRH, La Habana, 2015, 96 pp.
- Instituto de Geografía, “Nuevo Atlas Nacional de Cuba”, Editora Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, 1989, 540 pp.
- Mora, N., “Clasificación decimal de ríos y arroyos de Cuba”, Instituto de Hidroeconomía, La Habana (inédito), 1976.
- Orive Alba, A., “Reconocimiento preliminar de 19 ríos y 2 ciénagas de Cuba”, Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba, 1954, 156 pp.
- Rodríguez Rodríguez, F.F., *et al.*, “Estudio pluvial de Cuba. Período principal 1961-2000”, INRH, 2005, 65 pp.