



InterSedes: Revista de las Sedes  
Regionales

ISSN: 2215-2458

[intersed@cariari.ucr.ac.cr](mailto:intersed@cariari.ucr.ac.cr)

Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

Vargas-Barrantes, Elida; Marín-Alfaro, Anyerline  
COSTA RICA DEMANDA UNA GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO:  
ESCENARIO LATINOAMERICANO Y LA REALIDAD PAÍS  
InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, vol. XVII, núm. 35, 2016, pp. 1-18  
Universidad de Costa Rica  
Liberia Guanacaste, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66646380005>

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

redalyc.org

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

# **COSTA RICA DEMANDA UNA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO: ESCENARIO LATINOAMERICANO Y LA REALIDAD PAÍS**

## **COSTA RICA DEMANDS AN INTEGRAL MANAGEMENT OF THE WATER RESOURCE: LATIN-AMERICAN SCENE AND THE REALITY COUNTRY**

Élida Vargas-Barrantes \*

Anyerline Marín-Alfaro †

Recibido: 2 de octubre del 2015	Aprobado: 20 de mayo del 2016
---------------------------------	-------------------------------

---

### **Resumen**

Las instituciones públicas tienen el deber de fomentar que las personas participen en forma activa, consciente, informada y organizada en la toma de decisiones y la ejecución de acciones tendientes a proteger el agua y mejorar su administración. Se ha demostrado que la crisis actual en la gestión de los recursos hídricos es ocasionada por deficiencias en la gobernabilidad del recurso y afecta principalmente al entorno natural y a los más pobres. Por tratarse del recurso más esencial para la vida, las personas requieren información actualizada y pertinente que los motive e involucre en la defensa y conservación del mismo. Por eso en este artículo se analiza el uso del agua desde la realidad latinoamericana, para llegar a la situación concreta de Costa Rica, con el fin de aportar orientaciones e incidir en un manejo integral en el nivel nacional, de tal forma que se logre un balance entre la conservación, las prioridades de alimentación, la disminución de la pobreza y el crecimiento económico. Es importante tomar en cuenta que con el cambio climático, se reconoce la falta de agua dulce como el problema ambiental más importante, entre otras cosas porque se concibe como un recurso inagotable, con la concepción errónea de que puede usarse, explotarse, comercializarse e incluso dañarse sin mayores consecuencias negativas para toda forma de vida en la Tierra.

---

\*elida.vargas@ucr.ac.cr, docente Sede de Occidente

†angerline.marin@ucr.ac.cr, docente Sede de Occidente

**Palabras clave:** Recurso hídrico; gestión integral; cambio climático; América Latina; Costa Rica.

### Abstract

The public institutions have the duty to promote that the persons take part in active, conscious, informed form organized in the capture of decisions and the execution of actions tending to protect the water and improving his administration. There has been demonstrated that the current crisis in the management of the water resources is caused by deficiencies in the governability of the resource and affects principally the natural environment and the poorest. For treating itself about the most essential resource for the life, the persons need updated and pertinent information that motivates and involves them in the defense and conservation of the same one. Because of it in this article the use of the water is analyzed from the Latin-American reality, to come to the concrete situation of Costa Rica, in order to contribute orientations and affect in an integral managing in the national level, in such a way that a balance sheet is achieved between the conservation, the priorities of supply, the decrease of the poverty and the economic growth. It is important bear in mind that with the climate change, recognizes the lack of sweet water as the environmental problem more important, among other things because it is conceived as an inexhaustible resource, with the erroneous conception of which it can be used, be exploited, be commercialized and even be damaged without major negative consequences for any form of life in the Earth.

**Keywords:** water resource; integral management; climate change; Latin America; Costa Rica.

## Introducción

Los problemas globales en materia ambiental y de desarrollo humano tienen sus raíces en el orden económico mundial, caracterizado por el continuo y desordenado crecimiento de la producción, el irracional consumo de bienes y servicios, y la desigual distribución de las riquezas y los conocimientos, todo lo cual contribuye sustancialmente al total y progresivo agotamiento de los recursos naturales planetarios y a su contaminación, además de crear y perpetuar desigualdades alarmantes entre los seres humanos y las naciones (Duque, 2015).

Después del cambio climático, se reconoce la falta de agua dulce como el problema ambiental más importante a nivel global (Carvajal-Escobar, 2008). A pesar de su importancia, el mundo entero se ha afectado por una concepción equivocada del agua, viéndola como

un recurso inagotable y como un bien que puede usarse, explotarse, comercializarse o ser dañado sin mayor regulación y sin mayor costo económico (Paz, 2007). Para Carvajal-Escobar (2008), se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, ocasionada por deficiencias en la gobernabilidad del recurso y que afecta principalmente a los más pobres y al entorno natural.

Durante el siglo XX la población se triplicó, mientras que la demanda de agua aumentó siete veces y según Naciones Unidas, para el 2050, la crisis del agua afectará a las tres cuartas partes de la población mundial y el principal problema que plantea esta crisis es la insuficiente producción de alimentos y el deterioro de los ecosistemas que soportan la vida, ya que se deberá incrementar en un 60 % la producción de alimentos para satisfacer la demanda que tendrá la Tierra en ese momento (Restrepo, 2004). A esto hay que sumar el hecho de que

en la actualidad, mientras la oferta de agua permanece constante e incluso disminuye para determinados usos, la demanda crece a un ritmo anual que oscila entre el 4 y el 8 % (Paz, 2007).

La complejidad de los problemas relacionados con la gestión del agua y la existencia de objetivos múltiples en conflicto, hace necesaria la adopción de un enfoque multidisciplinar e integral antes de extraer y disponer el recurso (Pulido-Velázquez & Pulido-Velázquez, 2008). La tendencia actual consiste en considerar no sólo la gestión de la oferta hídrica, sino también de la demanda, de la calidad del recurso y de los ecosistemas asociados (Echeverría & Cantillo, 2013).

Para una gestión integral del recurso hídrico se necesita comprender la relación entre las necesidades humanas y el ecosistema dentro de la cuenca hidrográfica, así como de su papel integrador entre los diversos usos y los numerosos usuarios del agua y de los demás recursos naturales. El enfoque ecosistémico reconoce la función ecológica del agua como fuente de vida y sobrevivencia de todas las especies y ecosistemas que dependen de ella (Paz, 2007).

A su vez, las personas requieren de información para comprometerse en la defensa del recurso más esencial para la vida, de manera que en este artículo se analiza el uso del agua desde la realidad latinoamericana para llegar a la situación concreta de Costa Rica, con el fin de aportar orientaciones para lograr una gestión integral en el nivel nacional, de tal forma que se logre un balance entre la conservación del recurso, las prioridades de alimentación, la disminución de la pobreza y el crecimiento económico.

## **1 El agua para consumo, principal función de este recurso**

El agua es el mayor patrimonio que tiene la humanidad, pero se trata de uno de los recursos naturales sometidos a mayor presión, de manera que cada vez es más escaso y alterado en su composición (contaminado) (Rodríguez-Chaves, 2013). El abastecimiento de agua no sólo es necesario para sostener la vida en la Tierra, sino que sirve de insumo para diferentes actividades humanas; además su conservación y óptima utilización es de gran importancia en términos de desarrollo económico (García et al., 2011). Para Ballesteros (2013), existe una relación inequívoca entre la adecuada provisión y uso del agua y el estado de salud de la población beneficiaria, así como entre el acceso al agua y la calidad de vida de las comunidades en situación de pobreza.

Para Andrade y Navarrete (2004), sólo el 0,3 % del agua del planeta es apta para el consumo humano - más del 80 % se concentra en los casquetes polares, los glaciares y la atmósfera- e incluye el agua en todas las etapas del ciclo hidrológico, conjuntamente con toda la biodiversidad que esta soporta, tal como los peces, los anfibios y la flora.

Mientras que la población mundial se triplicó en el siglo anterior, el uso del agua se ha multiplicado por seis y desde ya se estima que 4 mil millones de personas, -la mitad de la población mundial en el 2025- vivirá en condiciones de estrés hídrico severo, especialmente grave para África, el Medio Oriente y Asia del Sur (Gourbesville, 2008). El estrés hídrico se refiere a las tensiones en materia de seguridad humana relacionadas con la cantidad y calidad de agua disponible (García & Herrero, 2013).

En cuanto al acceso actual a este recurso, se señala que cerca de 1.100 millones de habitantes de países en desarrollo carecen de acceso adecuado al agua y 2.600 millones no tienen servicios básicos de saneamiento (Ballesteros, 2013), de ahí que la UNESCO propone un consumo máximo de 100 litros por persona al día, lo que implica reducir a la mitad el uso promedio global por persona (Hernández & Picón, 2013), todo con el propósito de mantener un abastecimiento mínimo pero continuo en la población mundial.

Según se indicó, esta dinámica de apropiación y control de los recursos hídricos deriva como consecuencia de la lógica actual de mercantilización y apropiación privada de dicho recurso (Seone, 2006). En este sentido, Ballesteros (2013), rechaza que la crisis de agua se deba a escasez del recurso, y más bien sostiene que las causas radican en la pobreza y las relaciones desiguales de poder, así como en las políticas erradas de gestión que agravan su carencia.

Para Andrade y Navarrete (2004), las funciones de los ecosistemas de agua dulce suministran la base para la seguridad social, la cual puede determinarse como el nivel al cual la población es capaz de satisfacer necesidades básicas de agua, alimento, abrigo y salud, de manera segura y sin riesgo ambiental.

Además de los desastres que genera el consumo inadecuado de agua, el uso desproporcionado del recurso ha generado altos costos ambientales; algunos ríos ya no llegan al mar, el 50 % de los humedales del mundo han desaparecido en el siglo pasado, el 20 % de especies de peces de agua dulce están en peligro de extinción o extintas (Gourbesville, 2008).

Ante estos desequilibrios se hace evidente que el potencial hídrico de una región se define a partir del ciclo

hidrológico y la interdependencia de los procesos que lo integran; evaporación, transpiración, humedad del suelo, agua superficial y freática, agua costera y marítima, todos ellos sustentados desde las unidades hidrológicas básicas, a saber; las cuencas y los acuíferos (Andrade & Navarrete, 2004). Para otros autores, la calidad del agua dulce refleja los efectos combinados de muchos procesos a lo largo de las vías de agua y está influenciada por las características de la cuenca, los aportes atmosféricos, las condiciones climáticas y los insumos antropogénicos (Herrera, Rodríguez, Rojas, Herrera & Chaves, 2013).

Se habla entonces de que el agua debe incluirse estrictamente en un ciclo hidrosocial, proceso que se refiere al uso del agua desde que se capta para las actividades humanas hasta que se dispone en el océano, lo cual evidentemente afecta la calidad de su oferta potencial (Comité Nacional de Hidrología & Meteorología, 2002). Esta visión lleva a proponer nuevos modelos de valoración económica del recurso y los ecosistemas (Andrade & Navarrete, 2004), ya que se ha demostrado que tanto la cantidad, como la calidad, dependen en gran parte del manejo que se da en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan este servicio ambiental.

## 2 Disponibilidad del recurso hídrico en América Latina y el Caribe

Con el 12 % del territorio del planeta y el 6 % de la población global, América Latina y el Caribe se consideran la región del agua porque mantienen el 27 % de los recursos hídricos del mundo (Andrade & Navarrete, 2004), el 25 % de los bosques y el 40 % de la biodiversidad del globo (Seoane, 2006). Sin embargo, la distribución de la población en esta zona no es homogénea y la mayoría de población urbana (75 %) se asienta en áreas con limita-

ciones en la disposición del recurso (Andrade & Navarrete, 2004).

Gracias a la disponibilidad de agua en Latinoamérica, para Seoane (2006), las cuencas acuíferas contienen el 35 % de la potencia hidroenergética mundial –desde la selva chiapaneca a la Amazonía–, con una de las reservas de biodiversidad más importantes del planeta. También hay que señalar que casi un tercio de las reservas mundiales de cobre, bauxita y plata son parte de las riquezas de esta región, que además guarda en sus entrañas el 27 % del carbón, el 24 % del petróleo, el 8 % del gas y el 5 % del uranio (Andrade Navarrete, 2004).

Según datos de la FAO (2013), aportados por Hernández y Picón (2013), en América Latina la extracción de agua para la agricultura es de un 73 %, valor ligeramente superior a la media mundial considerada en un 71 %. Ante este panorama de uso excesivo del recurso, la mayoría de países siguen viendo el tema del agua, de manera independiente a la gestión de los ecosistemas, enfoque muy particular de las condiciones de desarrollo propias en la región (Andrade & Navarrete, 2004).

Para Gourbesville (2008), los países en desarrollo se enfrentan a tres grandes desafíos cuando pretenden implementar una gestión integral del recurso hídrico. El primer desafío se refiere a las deficientes obras de infraestructura que impiden mantener reservas de agua para periodos de carencia. En este sentido, resulta urgente priorizar en el nivel de cada país, sobre las necesidades de infraestructura a partir de buenas prácticas y técnicas económicas desde el punto de vista ambiental y social.

El segundo desafío consiste en propiciar que las soluciones de infraestructura se complementen con una adecuada educación ambiental a la población. La mayoría de los países en desarrollo ya se han compren-

dido con este desafío y buscan integrar a la población en la toma de decisiones. Para superar el tercer desafío, es necesario partir del hecho de que el incremento en los cambios climatológicos globales supera los desequilibrios que se venían generando a causa de las alteraciones humanas y los patrones hidrológicos naturales. Es decir, la humanidad no está preparada para lo que considera una respuesta “muy agresiva” como consecuencia de fenómenos naturales que hoy se suponen más destructivos e impredecibles que en el pasado.

Por su parte, el cambio climático puede afectar tanto la disponibilidad a largo plazo como la variabilidad a corto plazo del recurso hídrico en muchas regiones (Olmstead, 2014) y en los últimos años, se presentaron variaciones en el sistema climático, las cuales afectaron sensiblemente las actividades socioeconómicas en la región Caribe (García et al., 2011), entre estas se incluyen la retroalimentación en los diferentes sistemas hidrológicos: cambios en el vapor de agua (el efecto invernadero), en las nubes (albedo y efecto invernadero), en la temperatura del océano, en el almacenamiento de calor y transporte, en la escorrentía, en humedad el suelo (balance de calor superficial) y en las interacciones entre los ciclos del carbono y del agua.

Para Alfaro, Quesada y Solano (2007), la probabilidad de ocurrencia de los ciclones tropicales cerca de América Central se presenta durante el trimestre agosto-setiembre-octubre, mientras que en el Atlántico Tropical Norte se presentan campos con anomalías positivas en la temperatura superficial del mar y la humedad relativa en 700 hPa y negativas en la presión media al nivel del mar. Webster et al. (2005), citados por García et al., 2011, quienes examinaron en un periodo de 35 años el número y duración de los ciclones en la zona, encontraron que en un ambiente de aumento en la temperatura superficial del océano, también incrementó la proporción de hur-

canes de categorías 4 y 5 (los huracanes se miden en una escala de cinco niveles, basada en la velocidad del viento y los efectos del oleaje e inundaciones). El impacto futuro del cambio en el clima depende en gran medida de lo que se está haciendo en el presente, ya que existe un desfase entre las emisiones de gases de invernadero y los impactos climáticos (Hidalgo & Alfaro, 2012). Por lo tanto, una observación relativamente pequeña de impactos durante la primera mitad de este siglo impedirá fomentar acciones más agresivas en términos de mitigación y adaptación al cambio climático en el largo plazo.

Por otra parte, en términos de cantidad, el cambio climático está aumentando la competencia por agua dulce en regiones donde la disponibilidad es reducida por el incremento de la evapotranspiración como consecuencia del aumento de la temperatura del aire y por aumento de la variabilidad en la precipitación, lo que también genera efectos sobre la demanda en diversos sectores, especialmente la agricultura, la silvicultura y el abastecimiento de las poblaciones (García et al., 2011).

Un antecedente importante de indicar en el cierre de este apartado es que la primera guerra del siglo XXI por el agua se inició en América del Sur, específicamente en Cochabamba, Bolivia en el año 2000 (Ahlers, 2010). Para este autor, el conflicto logró demostrar que el agua es un derecho fundamental y un bien público y que su gestión corresponde a los habitantes, en este caso a los pobladores de Cochabamba en Bolivia.

### 3 Disponibilidad y uso del recurso hídrico en Costa Rica

La gran oferta de agua en Costa Rica se ve representada por la cantidad de lluvia y porque es un país dotado

con abundantes recursos hídricos. Con una precipitación estimada en unos 111 kilómetros cúbicos anuales y con 34 cuencas hidrográficas y precipitaciones que fluctúan entre 1.300 y 7.500 mm/anuales, este es un país que tiene una disponibilidad per cápita superior a los 31.300 m<sup>3</sup>/persona por año, pero con la tasa de extracción hídrica per cápita más elevada de Centroamérica (Valverde, 2013).

Según Echeverría y Cantillo (2013), no toda esa agua es aprovechable; parte se infiltra, alguna se contamina al tocar el suelo y otra llega al mar. Aun así es mucho el recurso cuando se compara con los 97 m<sup>3</sup>/persona por año que corresponden a Israel, los 3.500 m<sup>3</sup>/persona por año que corresponden a México o los 9.000 m<sup>3</sup>/persona por año en Estados Unidos (en el Cuadro 1 se comparan los datos por país). Estos autores también hacen ver que a pesar de esa riqueza hídrica, la cual ha permitido alcanzar buenos índices en agua potable y generación de energía renovable, cada día se ven más ejemplos del deterioro de los recursos hídricos en el país.

Cuadro 1: Disponibilidad de agua per cápita y por país.

País	m <sup>3</sup> /persona por año
Costa Rica	31.300
Estados Unidos	9.000
México	3.500
Israel	97

Fuente: Elaboración propia basado en Valverde (2013) y Echeverría y Cantillo (2013)

Es bien conocido que Costa Rica es un país de grandes contrastes en el tema del uso y conservación de los recursos hídricos, los ecosistemas y el ambiente y durante los últimos 15 a 20 años ha habido un interés creciente para conservar los bosques, suelos y recursos naturales que ha sido reconocido internacional-

mente (Hidalgo, 2012). Sin embargo; todavía permanecen muchos problemas ambientales severos del pasado. Para este mismo autor, entre los casos de sobreexplotación y de calidad de aguas en ambientes terrestres, costeros y marinos, uno de los más graves en el país es la contaminación severa de quebradas y ríos urbanos. Un ejemplo de lo anterior es que en el año 2009 el Tribunal Ambiental Administrativo reportó que un 40 % de las denuncias fueron relativas a la contaminación de ríos y la afectación de nacientes (Programa Estado de la Nación, 2010).

Se estima que en el país el 75 % de las fuentes de abastecimiento están calificadas como altamente vulnerables, en especial las fuentes superficiales o manantiales (Hidalgo, 2012). Así por ejemplo, las aguas residuales domésticas se descargan en alcantarillados sanitarios o pluviales, o directamente a los cuerpos de agua superficiales (Valverde, 2013). Por su parte, para este autor el aporte de nitratos por fertilizantes, la salinización en acuíferos costeros y la evacuación de excretas por tanques sépticos se informan como las principales amenazas ya que cerca del 80 % de la población evacúa sus aguas domésticas a través de sistemas de tanques sépticos y solo un 37 % de estas recibe tratamiento, mientras que el 63 % se descarga como aguas crudas a los ríos o quebradas.

La extracción de aguas subterráneas se ha incrementado en forma preocupante en Costa Rica y aun cuando se tiene un estimado de 7600 perforaciones registradas, el número de pozos ilegales en el país podría elevar considerablemente este total (Comité Nacional de Hidrología y Meteorología, 2002). En este sentido, el Programa Estado de la Nación (2010), indica que en una muestra de pozos analizados en zonas costeras, el 96 % no contaba con la concesión de agua requerida. Es importante indicar que el 60 % de las fuentes de abasteci-

miento de agua que suplen a la población costarricense son subterráneas (Valverde, 2013), no obstante, la imposibilidad de cuantificar su uso real sigue siendo una situación preocupante. No se puede ignorar que el Valle Central es la región geográfica nacional donde se reporta el mayor número de pozos registrados, lo que es lógico dado que el 60 % de la población costarricense y el 85 % de la actividad industrial se asienta en dicha región (Valverde, 2013).

Para Echeverría y Cantillo (2013), el crecimiento poblacional y la consecuente inversión agrícola, urbanística e industrial han contaminado los ríos y las aguas subterráneas, además, se han reducido las áreas de infiltración de los acuíferos, lo que provoca inundaciones por una parte y niveles de recarga reducidos por otra. A esta concentración en el uso del recurso se debe considerar que la distribución de las precipitaciones es asimétrica en el territorio nacional; estas son elevadas tanto en el Caribe como en el Pacífico Sur, con una marcada estacionalidad en el Pacífico Norte (Segura, 2004; citado por Valverde 2013).

Los sistemas sostenibles de utilización del agua para el aprovechamiento de las fuentes de suministro, sean superficiales o subterráneas, deben estar apoyados por medidas orientadas al uso eficiente y su conservación y en el caso de Costa Rica, el reto principal consiste en dar el tratamiento adecuado a las aguas residuales, ya que el 96,5 % de las aguas de los alcantarillados sanitarios urbanos no recibe ningún tipo de tratamiento y desembocan directamente en los ríos (Programa Estado de la Nación, 2010). Debido a que se considera un recurso tan necesario y que debe ser provisto por el Estado, para Herrera et al., (2013), se cobra un precio mucho menor según el valor económico, de manera que este precio mentiroso inevitablemente provoca insuficiente inversión en provisión de servicios públicos, baja eficien-



cia en el aprovechamiento y contaminación del agua.

Según se indicó en párrafos anteriores, al igual que en muchas otras regiones del mundo, la producción agrícola es la mayor consumidora de agua y aunque esta actividad devuelve parte del agua consumida a los mantos acuíferos por la vía de la infiltración del suelo, estos terminan contaminados con los agroquímicos aplicados en el proceso (Consejo Editorial, Revista Ambientales, 2013). No hay que olvidar que Costa Rica tiene la tasa de consumo de agroquímicos más alta en la región centroamericana, con consecuentes impactos negativos en el ambiente (flora y fauna), suelos, arroyos, ríos y acuíferos (UNA, 2004; citado por Hidalgo, 2012).

De acuerdo a Hidalgo (2012), Costa Rica tiene alrededor de 5250 km de tierras que potencialmente podrían ser irrigados, pero sólo el 17 % tiene algún tipo de infraestructura de irrigación. La mayoría de los sistemas están basados en irrigación por gravedad, sistema de muy baja eficiencia con respecto al aprovechamiento del recurso. Sorprende que todavía en este país, el agua se valore de acuerdo con el área regada y no con el volumen consumido, lo cual favorece un sistema de alta demanda, baja eficiencia y poco incentivo para actualizar los sistemas y evitar el desperdicio.

Las industrias que sin excepción usan copiosamente el agua, se suman a la fuerte presión que ejerce la agricultura sobre el recurso. Algunas formas de uso industrial del agua son (Hidalgo, 2012):

- Ingrediente en los procesos de producción de diversas industrias como la del agua embotellada y la de las bebidas (gaseosas, jugos, licores);
- Purificación de componentes de alta tecnología y otros;
- Transporte de productos;

- Mantenimiento y limpieza de equipo e infraestructura;

- En el caso de la industria turística, una fracción del agua se usa en proveer recreación.

Las industrias aumentan el impacto negativo sobre los mantos acuíferos porque gran parte del agua que utilizan la obtienen no de la red pública sino del subsuelo y en algunos casos el consumo resulta muy notable, como en la industria química, la agroalimentaria y la textil. Asimismo se afecta negativamente los cursos de agua al descargar en ellos abundantes aguas residuales sin tratar (Consejo Editorial, Revista Ambientales, 2013).

Debido a la falta de plantas de tratamiento en el país, hay un considerable impacto provocado por el vertido de aguas residuales industriales y domésticas al ambiente. Según el Decimonoveno Informe del Estado de la Nación (2014), aunque se registran más de 15.000 actividades que deberían contar con el permiso de vertido de aguas residuales, únicamente 1.176 lo tienen a septiembre de 2014. Sin embargo, se debe reconocer los esfuerzos de ciertos sectores de la industria por reducir el uso de agua y adoptar prácticas adecuadas, incluidas certificaciones acordes con normas ambientales (Hidalgo, 2012).

En cuanto a la generación hidroeléctrica hay que considerar al menos dos aspectos importantes (Hidalgo, 2012). El primero se refiere a que en Costa Rica hay plantas hidroeléctricas de diferente capacidad que se ubican en aproximadamente el 38 % de las cuencas. En el segundo se considera que esta actividad usa aproximadamente el doble del volumen de agua que la agricultura, sin embargo; como el líquido es devuelto al río, en muchos casos no se considera como parte del consumo anual de 2,68 km<sup>3</sup> que representa el gasto para el país.

En el Consejo Editorial de la Revista Ambientales (2013), también se señala que el turismo, especialmente el costero del Pacífico Norte del país, utiliza entre una y varias centenas de litros de agua por huésped cada día, lo que a su vez provoca un conflicto abierto con las comunidades vecinas, porque se establece una competencia desigual por un bien muy escaso en la región.

En adición a las consecuencias negativas producido del cambio climático, es necesario indicar el creciente número de conflictos socioambientales detonados por la falta del recurso para las comunidades. Según Castro (2009), citado por Navas (2014), en Costa Rica se están dando conflictos entre actividades turísticas y las comunidades aledañas tanto por el acceso al agua potable como por la calidad de las mismas. Un ejemplo lo representa la ampliación del acueducto Coco-Ocotál-Sardinal en donde una comunidad se vio amenazada con la construcción de un acueducto que direccionaría agua del acuífero Sardinal hacia la zona costera del Coco y Ocotál (Navas, 2014).

El detonante de este conflicto se debió a la creciente demanda de agua dulce para satisfacer las necesidades del turismo costero en la provincia de Guanacaste, promovido por la explotación de acuíferos cada vez más alejados que afectan el abastecimiento de comunidades no costeras. Como respuesta a la presión del sector turístico la comunidad de Sardinal se organizó y logró paralizar la construcción hotelera en el 2010 y de esta manera una vez más se demostró la ilegalidad en los procedimientos realizados por parte del Estado costarricense y del sector inversionista turístico privado. Aunque Costa Rica tiene una alta disponibilidad de agua y el estrés hídrico es muy bajo (alrededor de 2.4 %) en comparación con los habitantes de Cochabamba en Bolivia, para Hidalgo (2012), estos promedios nacionales son indicadores deficientes del potencial de explotación

adicional del país y de la situación de estrés en algunas regiones en términos de abastecimiento y calidad del recurso.

Las concesiones e inscripciones de agua en Costa Rica, se realizan a partir del caudal asignado en el derecho en unidades de litros por segundo, representando la reserva de extracción de agua a derivar de una fuente y no necesariamente a la consumida (Comité Nacional de Hidrología y Meteorología, 2002). Según las estimaciones del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, el volumen de extracciones efectivas para los distintos usos del agua (24,5 km<sup>3</sup>) duplica el volumen formalmente concesionado (12,3 km<sup>3</sup>) (Programa Estado de la Nación, 2014).

Para Valverde (2013), el 81,2 % de la población costarricense obtiene agua de calidad potable, mientras que un 76 % de la población servida recibe agua sometida a algún tipo de control de calidad. Solo el 72,9 % de los acueductos administrados por asociaciones comunales (ASADAS) da tratamiento a las aguas. En este aspecto se observa una diferencia importante entre los acueductos de la Gran Área Metropolitana (82,7 %) y los de la zona rural (70,3 %) (Programa Estado de la Nación, 2014).

Lo anterior sugiere que el 17 % de la población -unos 800,000 habitantes, obtiene agua de calidad no potable (Valverde, 2013). Sin embargo, es importante considerar que parte de los buenos índices de salud con que cuenta el país, en comparación con otros países de la región, se atribuye a la alta disponibilidad de agua potable (Hidalgo et al., 2015). Estos mismos autores también señalan que la infraestructura y las tecnologías de los acueductos son en promedio buenas y se resalta la eficiencia en los sistemas de captación, aunque hay deficiencias en la oferta porque las fugas representan pérdi-

das importantes a considerar y los tanques de reserva son insuficientes.

Sumado a estos aspectos hay que considerar el alto nivel de agua no contabilizada en el país, la cual se estima en alrededor de 59 % para el Acueducto Metropolitano de San José y en un 50 % como promedio general para el país (A y A, 2002, citado por Hidalgo et al., 2015). De este 59 % de recurso no contabilizado, se estima que las pérdidas comerciales son del orden de 29 %, divididas en un 13 % de deficiencias del catastro (conexiones no registradas), un 7 % por falta de micromedición (conexiones sin medidor) y un 7 % de deficiencias en la micromedición (consumos no registrados en los medidores).

En el Cuadro 2 se presenta una síntesis que permite comparar datos de interés en el nivel nacional y citados en párrafos anteriores.

## 4 ¿Por qué se complica la gestión del agua en Costa Rica?

Costa Rica no enfrenta una carencia directa del recurso hídrico pero sí tiene serios problemas de gestión, acceso, contaminación, saneamiento y sobre todo de riesgo por el cambio climático (Programa Estado de la Nación, 2014). En términos de gestión del recurso la reputación de Costa Rica es cuestionada, sobre todo porque la administración del agua está en manos muchas instituciones gubernamentales que a su vez están siendo guiadas por una Ley que data de 1942 (Phillips, 2010).

Los siguientes aspectos revelan la vulnerabilidad de los recursos hídricos en el país y la necesidad de aplicar medidas que sean costo-efectivas, y que resulten en una mejor calidad y cantidad de agua (Echeverría & Can-

tillo, 2013):

- *Gobernabilidad:* La gran cantidad de leyes sectoriales, así como la falta de definición de competencias y potestades han creado un marco jurídico e institucional complejo para la gestión hídrica. Hay más de 15 instituciones que poseen alguna relación con el agua, las cuales se encargan de definir políticas y estrategias que competen al sector, además brindan los permisos de aprovechamiento y resolución de conflictos. Sin embargo, el mayor peso recae sobre el MINAET; Institución que no ha contado con los elementos necesarios para hacerla efectiva, entre otras cosas debido a la falta de recursos humanos y financieros, a la debilidad institucional, a la poca claridad en los diferentes niveles técnico institucionales e incluso al enfoque netamente ambiental de la Institución.

Cuadro 2: Principales características del recurso hídrico en Costa Rica según los diferentes autores citados.

Variable analizada	Valor	Autor(es)
Precipitación estimada anual (km <sup>3</sup> )	111	Valverde, (2013)
Cantidad de cuencas hidrográficas	34	Valverde, (2013)
Precipitaciones promedio (mm <sup>3</sup> /anuales)	1.300-7.500	Valverde, (2013)
Denuncias por contaminación de ríos y afectación de nacientes (2009).	40 %	Programa Estado de la Nación, (2010)
Porcentaje de fuentes de abastecimiento calificadas como altamente vulnerables	75 %	Hidalgo, (2012)
Porcentaje de la población que evacúa las aguas domésticas a través de sistemas de tanques sépticos.	80 %	Hidalgo, (2012)
Aguas que reciben algún tipo de tratamiento	37 %	Hidalgo, (2012)
Descarga como aguas crudas a los ríos o quebradas	63 %	Hidalgo, (2012)
Perforaciones registradas	7600	Comité Nacional de Hidrología y Meteorología, (2002)
Fuentes subterráneas de abastecimiento de agua que suplen a la población costarricense	60 %	Valverde, (2013)
Porcentaje de fuentes de agua que son vulnerables a la contaminación.	75 %	Paz, (2007)
Más de 15.000 actividades deberían contar con el permiso de vertido de aguas residuales; sin embargo solo 1.176 cuentan con el permiso de vertido (a septiembre de 2014), lo cual representa un bajo porcentaje de permisos de ley	8 %	Programa Estado de la Nación, (2010)
Porcentaje de plantas hidroeléctricas ubicadas en cuencas hidrográficas	38 %	Hidalgo, (2012)
Porcentaje de estrés hídrico (tensiones en materia de seguridad humana relacionadas con la cantidad y calidad de agua disponible)	2.4 %	Hidalgo, (2012)
Porcentaje de población costarricense que obtiene agua de calidad potable	81 %	Valverde, (2013)
Porcentaje de población que recibe agua sometida a algún tipo de control de calidad.	76 %	Valverde, (2013)
Porcentaje de acueductos administrados por asociaciones comunales que dan tratamiento a las aguas.	73 %	Valverde, (2013)
Porcentaje de agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de San José (Conexiones no registradas, sin medidor)	59 %	A y A, 2002, citado por Hidalgo et al., (2015)
Porcentaje de agua no contabilizada, promedio general para país	50 %	A y A, 2002, citado por Hidalgo et al., (2015)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos seleccionados de autores citados

- *Legislación sectorial:* En cuanto a la legislación vigente, la Ley de Aguas data de 1942, por lo que su aplicabilidad en las situaciones actuales es restringida. Desde 2002, en la Asamblea Legislativa, se encuentra un proyecto de ley del recurso hídrico que persigue entre sus objetivos primarios: declarar como derecho fundamental el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, aumentar

los cánones por uso comercial del líquido y establecer mayores medidas de protección a los mantos acuíferos. Sin embargo, con el convulso panorama político actual estos proyectos se verán necesariamente postergados.

- *Uso del territorio:* Los procesos de urbanización desordenada y la falta de ordenamiento territorial han provocado un deterioro en las funciones hi-

drológicas de las cuencas hidrográficas en el país. Se ha eliminado una gran parte de la cobertura forestal en áreas de recarga acuífera, nacientes y otras zonas importantes desde el punto de vista de los recursos hídricos. Esto tiene impactos importantes en la capacidad de infiltración del terreno y, en consecuencia, de la recarga de los acuíferos, que provoca, en muchas ocasiones, inundaciones constantes en las zonas afectadas.

- *Rezago en inversiones:* La inversión en el manejo del recurso hídrico es fundamental para asegurar una protección a nivel hidrológico nacional. En los últimos años, esta ha estado enfocada en la generación de energía hidroeléctrica. Sin embargo, a nivel social, las iniciativas de inversión urgentes tienen que ver con la disposición y el tratamiento de las aguas residuales, de consumo humano y riego agrícola. En el sector saneamiento y agua potable el rezago resulta mayor.
- *Cambio climático:* La oferta del recurso hídrico puede verse afectada en el sector agrícola por la disminución en el nivel de lluvias, que conllevaría una mayor extracción de agua. Las sequías podrán prolongarse en algunas regiones mientras que las lluvias pueden intensificarse en otras. Además, es posible la salinización de los mantos acuíferos costeros, por intrusión de aguas marinas, producto del aumento en el nivel del mar pronosticado.
- *Eficiencia de distribución y aprovechamiento:* La eficiencia de aprovechamiento del agua es baja en todos los sectores. Aumentar la eficacia de la distribución y el aprovechamiento es una medida clave para la adaptación del sector hídrico. Algunos estudios colocan las pérdidas de agua en el proceso de distribución en hasta 50 % del total.

- *Contaminación:* Los recursos hídricos superficiales y subterráneos son objetos de contaminación, lo que reduce la oferta de agua. Sufren contaminación puntual, por ejemplo, de la industria y las ciudades, y contaminación difusa por motivo de la fertilización y uso de agroquímicos. Reducir la contaminación de estas fuentes es equivalente a aumentar la oferta de agua y, en consecuencia, una acción de adaptación ante el cambio climático. Queda claro el potencial conflicto y problema a enfrentar cuando disminuyen las fuentes y aumenta el uso.

Una adecuada gestión del agua en Costa Rica debe considerar las consecuencias del impacto ocasionado por la disminución de las lluvias debido al cambio climático. Así por ejemplo, el déficit en las precipitaciones afectó un 65 % del área cafetalera nacional y causó pérdidas cercanas a los dieciséis millones de dólares (Programa Estado de la Nación, 2014).

El clima de Costa Rica está influenciado por factores naturales, entre los cuales se pueden mencionar: El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), movimientos latitudinales del Centro de Convergencia Intertropical, el Jet de Bajo Nivel del Caribe, el Veranillo, tormentas tropicales y huracanes, la influencia del Atlántico y los frentes fríos (Hidalgo et al., 2015).

Para Valverde (2013), los escenarios futuros plantean incrementos entre 3°C y 6°C con respecto a la temperatura promedio históricamente reportada en Costa Rica. El Pacífico Norte se vislumbra como la región del país que experimentará las más severas disminuciones en las precipitaciones, las regiones que podrían experimentar un incremento en las precipitaciones se encuentran ubicadas al sur de la fila costeña (Palmar Sur, Osa, Golfito, Coto y Burica), con un aumento no mayor al 30 %,

mientras que en la región Caribe el incremento puede alcanzar hasta un 50 %.

En el caso particular de Costa Rica, las diferencias en el clima entre 1961 y 1990 comparado con el clima de 1991 a 2005 muestran cambios en el Pacífico Norte (tendencias hacia clima más seco), en el Pacífico Central (tendencias hacia climas más húmedos) y el Caribe Sur (tendencias hacia climas más húmedos (Hidalgo et al., 2015).

Señalan estos autores que no se espera que el clima en Costa Rica responda de manera uniforme, sino que se verá sometido a extremos secos y lluviosos, de manera que las proyecciones para el período 2011-2040 en el Caribe estiman aumentos en la precipitación del orden de 35 a 75 %, debido a una menor actividad de los frentes fríos durante el invierno. En la vertiente Pacífica y en la Zona Norte el modelo estima menos precipitación a la registrada actualmente.

Alteraciones climáticas en los últimos años ya evidencian la enorme presión que está sufriendo el país por falta y exceso de agua como se ilustra en los siguientes ejemplos, tomados del periódico La Nación, Costa Rica:

- El director de Extensión Agropecuaria del Ministerio de Agricultura de Costa Rica indica que *se están juntando dos años de sequía, creemos que el 2015 será peor que 1997, año más seco que se ha registrado hasta ahora, también se han adquirido una cantidad importante de semillas, pero no se están distribuyendo porque el pronóstico es que no habrá lluvias en los próximos dos meses* (Leitón, 2015).
- Según el Instituto Meteorológico Nacional en el país *no se registra desde 1937 tanta lluvia en el*

*Caribe ni tanta sequía en la zona de Liberia, Guanacaste. Son las condiciones climáticas más extremas de los últimos 78 años. Esa situación ha hecho que el Ministerio de Agricultura y Ganadería haya tomado medidas urgentes para compensar los efectos que provoca la sequía en el ganado y en los cultivos. Por su parte, mientras en Guanacaste la falta de lluvias afecta la producción agrícola y pecuaria, en el Caribe el exceso de precipitaciones es lo que preocupa a los productores, ya que ha llovido tres veces, según el registro nacional* (Solano, 2015).

- Desde que el Instituto Meteorológico Nacional tiene registros, *la sequía más fuerte en Liberia se había registrado en 1967. En ese año, mayo se acumuló una precipitación de 7,5, litros por metro cuadrado, sin embargo en este 2015 apenas se contabilizan 1,3 litros por metro cuadrado. Ante estas alteraciones ambientales, el Gobierno Central ha invertido más de \$5.000 millones, en 11 cantones de Guanacaste, para mitigar los efectos de la sequía* (Rodríguez, 2015).

A partir del análisis de estos escenarios, dos son las conclusiones más importantes y generales que se pueden obtener (Jiménez & Vindas, 2011):

- El aumento de temperatura parece ser inminente en todo el país por encima de un 1°C para las temperaturas mínimas y de hasta 8 °C en las máximas. Para el caso de la temperatura hay matices según la región; las regiones Pacífico Norte y Pacífico Central son las que presentan el mayor incremento. Por otra parte, en las regiones Caribe y Pacífico Sur igualmente se espera aumento de la temperatura, aunque en menor medida que en el resto del país.

- Las precipitaciones tenderán a disminuir en casi todo el territorio, aunque con porcentajes de cambio muy variados. Solo por mencionar un par de casos, en la región Pacífico Norte la reducción de lluvia oscilará entre un 2 % y un 29 %. Del mismo modo, en la Zona Norte el porcentaje de reducción en la precipitación será entre un 7 % y un 56 % según la ubicación dentro de la región.

Aun cuando una gestión integral del recurso hídrico es un objetivo difícil de alcanzar, para Cuadrado y Castro (2008), se está a tiempo de tomar acciones que garanticen la existencia en cantidad y calidad de agua para las presentes y futuras generaciones. Esto implica que si los ciudadanos y las ciudadanas se organizan, trabajan arduamente e involucran a los diversos actores de una comunidad, se pueden generar cambios importantes para proteger el agua, sus ecosistemas asociados y mejorar la calidad de vida de todas las personas.

## **5 ¿Por qué Costa Rica debe optar por una gestión integral del recurso hídrico?**

La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) es una respuesta de la última década a los problemas mundiales, regionales, nacionales y locales de escasez, calidad y saneamiento, así como de acceso universal, los cuales tienen una relación íntima con la pobreza (Oviedo, 2007) y debe fundamentarse desde una perspectiva ecosistémica, en la cual el agua sea vista como parte integral del ecosistema natural y como un bien social y económico cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su utilización (Andrade y Navarrete, 2004). El enfoque ecosistémico reconoce la función ecológica del

agua como fuente de vida y sobrevivencia de todas las especies y ecosistemas que dependen de ella (Paz, 2007).

En la GIRH se necesita comprender la relación entre las necesidades humanas y el ecosistema dentro de la cuenca hidrográfica, así como de su papel integrador entre los diversos usos y los diversos usuarios del agua y de los demás recursos naturales. Es una responsabilidad compartida pero diferenciada que deben asumir en forma proporcional todos los actores dependiendo de su papel en la gestión del recurso y en la sociedad en general (Centro de Comunicación Voces Nuestras, 2010). Es decir, se trata de proteger esos recursos, teniendo en cuenta el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres y el carácter perenne del recurso con miras a satisfacer y conciliar las necesidades de agua en las actividades humanas.

En este escenario, se plantean desafíos para la GIRH que se asocian a la gobernabilidad del agua, definida como el proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinadas del agua, la tierra y los recursos relacionados, a fin de maximizar el bienestar económico y social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Salinas & Carmona, 2009). Se trata de un enfoque que pretende integrar el conocimiento de sistemas diversos, los cuales deben considerarse en forma simultánea, bajo distintas disciplinas, concepciones, conocimientos, investigaciones, órganos normativos y usuarios (Oviedo, 2007).

Para Hidalgo (2012), la adecuada GIRH es la única manera de garantizar sostenibilidad, ecosistemas saludables, mitigación contra los desastres inducidos por el clima, y protección ambiental. Es una estrategia de adaptación en sistemas hídricos expuestos a fuertes variaciones espaciales y temporales a consecuencia del cambio climático, que hacen que la oferta de agua sea



cada vez más incierta mientras la demanda crece (García et al., 2011). Según se indicó, esta integración implica abarcar los diversos ecosistemas y masas interrelacionadas de agua, sin descuidar aspectos relacionados con la cantidad y calidad del agua.

## 6 Conclusiones a partir del contexto costarricense

- La gestión integrada del recurso hídrico es una responsabilidad compartida pero diferenciada que deben asumir en forma proporcional todos los actores dependiendo de su papel en la gestión y en la sociedad en general (Centro de Comunicación Voces Nuestras, 2010).
- Es fundamental un manejo participativo en la gestión del recurso por parte de diferentes actores sociales, mediante el uso de herramientas jurídicas horizontales que respondan al contexto actual de los ecosistemas y las poblaciones, técnicas de planificación, económicas y administrativas, necesidades que en términos generales responden a la definición de gestión ambiental (Kappelle, 2008).
- Uno de los retos principales consiste en dar el tratamiento adecuado a las aguas residuales, ya que más del 96 % de las aguas de los alcantarillados sanitarios urbanos no recibe ningún tipo de tratamiento y desembocan directamente en los ríos (Programa Estado de la Nación, 2010).
- El estado debe velar por regularizar los cánones por vertidos de agua en los ríos del país y hacer un cobro eficiente de los mismos, invirtiendo parte de los ingresos por este motivo, en mejorar la gestión y la educación sobre el recurso. Asimismo
- se debe de fomentar que todas las personas participen en forma activa, consciente, informada y organizada en la toma de decisiones y la ejecución de acciones tendientes a proteger el recurso y mejorar su gestión (Centro de Comunicación Voces Nuestras, 2010).
- Como señalan los autores analizados, la raíz del problema en la mayoría de los casos se debe a la falta de conocimiento, y como acción en cadena, a la ausencia de sensibilidad por parte de las personas en reconocer el valor que tiene el agua para la vida en el planeta. Desde este punto de vista es fundamental fortalecer la formación en gestión integral del recurso hídrico, desde que inicia la formación general básica. Así por ejemplo el fomento de las actividades recreativas en las cuencas de los ríos favorecerá la valoración y defensa de esos ecosistemas por parte de la población.
- Urge regular las actividades de turismo masivo, especialmente las costeras, ya que las actividades recreativas que ofrecen; como las piscinas, pero sobre todo las chanchas de golf, porque en ocasiones el riego de estos espacios se realiza con agua potable, mientras las comunidades cercanas a los centros turísticos sufren por escases de este recurso.
- La situación nacional revela la necesidad de una profesión universitaria en gestión integrada del recurso hídrico, una opción académica multidisciplinaria e interdisciplinaria que utilice tanto las metodologías de las ciencias naturales como de las ciencias sociales. Una nueva carrera con didáctica integradora y proactiva, abierta a la noción de la complejidad de las problemáticas multidimensionales como las ecológicas, económicas y políticas locales y globales, ya que estas no pueden ser estu-



diadas desde programas especializados y aislados

## Referencias

[Ahlers, R. (2010)] Ahlers, R. (2010). Fixing and nixing: The politics of water privatization. *Review of Radical Political Economics*. 42(2):213-230.

[Andrade, Á. & Navarrete, F. (2004)] Andrade, Á. & Navarrete, F. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Red de Formación Ambiental. D.F. México.

[Alfaro, E.; Quesada, A. & Solano, F.J. (2007)] Alfaro, E.; Quesada, A. & Solano, F.J. (2007). Análisis del Impacto en Costa Rica de los Ciclones Tropicales Ocurridos en el Mar Caribe desde 1968 al 2007. *Diálogos*. 11(2): 22-38.

[Ballesteros, M. (2013)] Ballesteros, M. (2013). Organizaciones comunales prestadoras del servicio de agua universalizan el acceso y disminuyen la pobreza. *Ambientales*. 45: 23-40.

[Carvajal-Escobar, Y. (2008)] Carvajal-Escobar, Y. (2008). Tendencias en la formación en ingeniería del agua en América Latina. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 7: 84-96.

[Centro de Comunicación Voces Nuestras (2010)] Centro de Comunicación Voces Nuestras (2010). *Gestión Integrada del Recurso Hídrico*. Resumen del proyecto de ley presentado a la Asamblea Legislativa mediante el mecanismo de la iniciativa popular. San José, Costa Rica. CEDARENA. 26 p.

(Oliva, 2008).

[Comité Nacional de Hidrología y Meteorología. (2002)] Comité Nacional de Hidrología y Meteorología. (2002). *Capital hídrico y usos del agua en Costa Rica* Noviembre: 1-30.

[Consejo Editorial (2013)] Consejo Editorial (2013). El Consumo de agua en Costa Rica. *Ambientales*. 45:1-2.

[Duque, J. A. (2015)] Duque, J. A. (2015). La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de las Ingenierías en Cuba. *Foro de Educación*. 13(19): 241-262.

[Cuadrado, G. & Castro R. (2008)] Cuadrado, G. & Castro R. (2008). Protegiendo hoy el agua del mañana; experiencias comunales exitosas. Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales (CEDARENA). San José, Costa Rica.

[Echeverría, J. & Cantillo, B. (2013)] Echeverría, J. & Cantillo, B. (2013). Instrumentos económicos para la gestión del agua. *Ambientales*. 45:13-22.

[García, D., & Herrero, R. (2013)] García, D., & Herrero, R. (2013). Cambio climático: modelos e impacto en la seguridad alimentaria en el mediterráneo/çlimate change: Models and impact in the mediterranean's food security". *UNISCI Discussion Papers*, (31), 91-103.

[García, M. L.; Carvajal, Y. & Jiménez, H. (2011)] García, M. L.; Carvajal, Y. & Jiménez, H. (2011). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Revista Ingeniería y Competitividad*. 9(1): 19-29.

[Gourbesville, P. (2008)] Gourbesville, P. (2008). Challenges for integrated water resources management.

- Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 33(5), 284-289.
- [Hernández, A. & Picón, J. (2013)] Hernández, A. & Picón, J. (2013). Huella hídrica en tierras secas: el caso del turismo de sol y playa en Guanacaste (Costa Rica). *Ambientales*. Junio 45: 41-50.
- [Herrera, J.; Rodríguez, S.; (2013)] Herrera, J.; Rodríguez, S.; Rojas, S.; Herrera, E. & Chaves, M. (2013). Variación temporal y espacial de la calidad de las aguas superficiales en la subcuenca del río Virilla (Costa Rica) entre 2006 y 2010. *Ambientales*. 45: 51-62.
- [Hidalgo, H. G. & Alfaro, E. J. (2012)] Hidalgo, H. G. & Alfaro, E. J. (2012). Some physical and socio-economic aspects of climate change in Central America. *Progress in Physical Geography*. 36(3): 379-399.
- [Hidalgo, H.G. (2012)] Hidalgo, H.G. (2012). Los recursos hídricos en Costa Rica. Un enfoque estratégico diagnóstico del agua en las Américas. Red Interamericana de Academias de Ciencias. Foro consultivo científico y tecnológico, AC.
- [Hidalgo, H.G.; Herrero, C.; (2015)] Hidalgo, H.G.; Herrero, C.; Alfaro, E.J.; Muñoz, A.G.; Mora, N.P.; Mora, D.A. & Chacón, V.H. (2015). Las aguas urbanas en Costa Rica. Desafíos del agua urbana en América. UNESCO.
- [Jiménez, R. & Vindas, R. (2011)] Jiménez, R. & Vindas, R. (2011). La gestión del recurso hídrico y el cambio climático en Costa Rica (2000-2010). *Revista Rupturas* 1(1): 24-52.
- [Kappelle, M. (2008)] Kappelle, M. (2008). Diccionario de la Biodiversidad. INBio. Heredia-Costa Rica.
- [Leitón, P. (2015)] Leitón, P. (2015). En Costa Rica el gobierno destinó \$16,7 millones a la compra de pacas de heno y melaza para sostener el ganado, entre otros. *Periódico La Nación*. Costa Rica. Sección Economía. 9 junio 2015.
- [Navas, G.V. (2014)] Navas, G.V. (2014). Sardinal, alivio temporal: culturas de agua y conflictos socioambientales por el crecimiento de la industria turística en Costa Rica. Tesis de Maestría, FLACSO. Ecuador. 104 p.
- [Olmstead, S. M. (2014)] Olmstead, S. M. (2014). Climate change adaptation and water resource management: a review of the literature. *Energy Economics*. 46:500-509.
- [Oliva, I. (2008)] Oliva, I. (2008). Conocimiento, universidad y complejidad: bosquejos epistémicos y metodológicos para una vinculación transdisciplinaria. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*. 34(2): 227-243.
- [Oviedo, K.A. (2007)] Oviedo, K.A. (2007). Gestión integral de recursos hídricos. Un paso para el desarrollo humano. *Bien Común*. 13(154): 21-24.
- [Paz, L. (2007)] Paz, L. (2007). Agua. Derecho y responsabilidad de todos/as. CEDARENA. San José, Costa Rica. 61 p.
- [Phillips, P. (2010)] Phillips, P. (2010). Management, public opinion and research on Costa Rica's surface and groundwater resources. En. E. N. Laboy-Nieves, E. Goosen M. & Evens, E. *Environmental and Human Health Risk Management in Developing Countries*. CRC Press. Pages 89-108.
- [Programa Estado de la Nación (2010)] Programa Estado de la Nación (2010). Decimosexto Informe Es-

tado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica.

[Programa Estado de la Nación (2014)] Programa Estado de la Nación (2014). Vigésimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica.

[Pulido-Velázquez, D. (2008)] Pulido-Velázquez, D. & Pulido-Velázquez, M. (2008). La Enseñanza en planificación y gestión de recursos hídricos en la ingeniería civil. Propuesta de modelo educativo centrado en el estudiante. UNIVEST. 8:1-12.

[Restrepo, I. (2004)] Restrepo, I. (2004). Tendencias mundiales en la gestión de recursos hídricos: desafíos para la ingeniería del agua. Ingeniería y competitividad. 6(1):63-71.

[Rodríguez, O. (2015)] Rodríguez, O. (2015). Recursos de fondos de emergencia: Gobierno invierte más de ¢5.000 millones en Guanacaste a raíz de sequía. Costa Rica. Periódico La Nación. Sección Economía. 9 junio 2015.

[Rodríguez-Chaves, B. (2013)] Rodríguez-Chaves, B. (2013). La normativa forestal dirigida a favore-

cer la conservación y calidad del recurso hídrico. Virtualidad y propuestas ante el cambio climático. Congresos Forestales. Sexto Congreso Forestal. Junio.

[Salinas, R. T. & Carmona, A. G. (2009)] Salinas, R. T. & Carmona, A. G. (2009). Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral). Espacio Abierto. 18(4): 695-708.

[Seoane, J. (2006)] Seoane, J. (2006). Movimientos sociales y recursos naturales en América Latina: resistencias al neoliberalismo, configuración de alternativas. Sociedad e Estado. 21(1): 85-107.

[Solano, H. (2015)] Solano, H. (2015). Sequía en Guanacaste es la más fuerte de los últimos 78 años. Costa Rica. Periódico La Nación. Sección Sucesos. 1º junio 2015.

[Valverde, R. (2013)] Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. Ambientales. 45:5-12.