



AGUA VIRTUAL EN COLOMBIA: DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN MEDIANTE LA HUELLA HÍDRICA E IMPLICACIONES

Andrea Carolina Avila Arroyo¹

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Andrea Carolina Avila Arroyo (2019): "Agua virtual en Colombia: definición y evaluación mediante la huella hídrica e implicaciones", Revista OLDLES, n. 27 (diciembre 2019). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oidles/27/agua-virtual-colombia.html>

Resumen

El artículo aborda tres asuntos fundamentales relacionados con el *agua virtual*: definición, huella hídrica e implicaciones. Tiene como objetivo exponer el uso y el abuso del recurso hídrico en formas no tangibles, que se conocen como *agua virtual*, presentes en la elaboración y comercialización de productos y de alimentos. El concepto hace referencia al volumen de agua que se utiliza para producir un bien que se encuentra virtualmente en él (Allan, 1998). En cuanto a la huella hídrica de un país se entiende como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por las personas de dicho país mediante la huella hídrica verde, huella hídrica azul y huella hídrica gris, comprendidas en ese orden como al agua de lluvia evaporada, las aguas subterráneas y superficiales evaporadas y el agua contaminada. Así mismo, el artículo expresa el monitoreo al empleo del agua virtual para esclarecer los beneficios y las oportunidades de mejora con que cuentan los gobiernos, como el de Colombia, mediante el estudio de la huella hídrica en aras de preservar y conservar el agua dulce.

Palabras clave: Agua virtual, huella hídrica, agua dulce, producción, consumo.

Abstract

This article addresses three fundamental issues related to virtual water: its definition, the concept of water footprint and their implications. It aims to expose the use and abuse of water resources in non-tangible forms, known as virtual water, present in the production and marketing of products and food. The concept of virtual water refers to the volume of water that is used to produce a good (Allan, 1998). A country's water footprint is understood as the total volume of freshwater used to produce the all of the goods and services consumed by people in that country through its green water footprint, blue water footprint and grey water footprint, understood respectively as evaporated rainwater, evaporated groundwater and evaporated surface water, and polluted water. Likewise, this article discusses the monitoring of the use of virtual water to clarify the benefits and opportunities for improvement available to governments, such as that of Colombia, through the study of the water footprint in order to preserve and conserve fresh water.

Keywords: Virtual water, water footprint, fresh water, production, consumption.

¹ Magistra en Derecho Administrativo con énfasis en Derecho Ambiental, Universidad Sergio Arboleda.
Correo electrónico: avilaac9@gmail.com

Introducción

El artículo tiene como objetivo general exponer el uso y el abuso del recurso hídrico en formas no tangibles, conocidas como agua virtual, presentes en la elaboración y comercialización de productos y de alimentos. También se propone informar sobre la importancia de cuidar el agua potable y su uso indiscriminado, a partir del estudio del agua contenida en los alimentos y bienes materiales de consumo diario. El artículo se estructuró en tres partes; la primera, comprende la definición del agua virtual contenida en los alimentos que se consumen a nivel interno y externo en un país; la segunda, alude a la huella hídrica, su definición, contenido, implicaciones y su aplicación a nivel nacional. En la tercera parte se señalan algunas falencias frente a la investigación y profundización sobre el agua virtual. Se espera que los gobiernos y las administraciones de turno implementen estudios muy serios de la huella hídrica y el impacto ambiental que la contaminación o pérdida de agua potable producen en todos los contextos, tanto humanos como ambientales.

Agua Virtual

El agua dulce se entiende como el elemento fundamental para preservar la vida de la población mundial. Así se ha dejado claro en varios acuerdos internacionales acerca de la necesidad de proteger el agua potable para combatir las condiciones precarias de nutrición y atención deficiente a la salud y la higiene en la población de menos recursos. La Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente (CIAMA), celebrada en Dublín en el año 1992, tenía como propósito plasmar la preocupación de los 113 países asistentes respecto al uso y abuso del agua dulce a nivel mundial y buscaba, a través de principios rectores y de recomendaciones, fomentar la ejecución de políticas y procedimientos que contrarresten los efectos nocivos que acarrea el derroche y la contaminación del agua dulce.

El informe de la CIAMA contiene sugerencias para combatir el consumo excesivo de agua dulce, la contaminación, las sequías y las inundaciones; dichas sugerencias deben implementarse a nivel local, nacional e internacional, a partir de principios rectores que establecen:

1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial como sostén de la vida, el desarrollo y el medio ambiente;
2. El aprovechamiento y la gestión del agua dulce debe basarse en un planteamiento participativo, en el que intervengan los usuarios, los planificadores y los encargos de tomar decisiones a todos los niveles;
3. La mujer desempeña un papel fundamental en el suministro, la gestión y la preservación del agua;
4. El agua tiene un valor económico en los diversos usos a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

América del Sur posee gran parte del agua dulce del mundo, valor estimado en el 28% y del cual Colombia posee alrededor del 5% (IDEAM, 2018), cifra que la convierte en una gran fuente de producción del recurso hídrico en Latinoamérica y de los pocos países a nivel mundial que tienen un mayor contenido de agua dulce frente al agua salada. Dada esta cualidad, se hace necesario el control sobre el uso y abuso del recurso hídrico en el país. Colombia requiere mayor conocimiento y control respecto a la distribución y manipulación del agua potable para la manufactura de productos alimenticios a nivel nacional, así como de aquellos comercializados en el exterior.

En el cultivo y posterior producción de alimentos y en la fabricación industrial se utiliza un considerable volumen de agua potable que no es tangible para el consumidor, así como no se refleja en el cobro hecho por la adquisición del producto; esto sin olvidar que la cantidad de agua disponible en el planeta se encuentra comprometida no solo por el consumo humano sino por la disponibilidad que debe darse para la preservación y conservación de los ecosistemas y disolver la contaminación del fluido hídrico. Esta disponibilidad se conoce como *caudal ecológico* y se estima en un volumen aproximado de 2.350 km³ anuales (Parada, 2012). Otro uso frecuente del agua es el destinado a las actividades domésticas y el aseo personal; como se sabe, el control que adelantan las autoridades administrativas es muy limitado, porque permite vacíos en la regulación y en la normatividad ambiental en el país. Se estima que el porcentaje de agua empleado en labores domésticas representa el 10% del gasto, mientras que en la agricultura el 70% y el 20% restante se destina a la industria a nivel mundial (Baroni, Cenci, Tettamanti, Berati, 2007).

Por los diferentes usos que se le da al recurso hídrico, se han ido agotando las fuentes de agua del planeta destinadas para el consumo humano y la sostenibilidad ambiental, de allí la necesidad de monitorear el flujo de agua contenida en la elaboración de productos alimenticios e industriales. Este flujo de agua se conoce como *agua virtual* y comprende el flujo de agua utilizado en la siembra, cosecha y elaboración de los alimentos y de los productos alimenticios a importar y exportar.

El agua virtual además se conoce como el tráfico de agua utilizada para la elaboración de todo tipo de materiales (manufactura) y de alimentos, junto con la contenida en la distribución de los mismos, que no es evidente para el consumidor y que no genera el cobro adecuado al usuario. Gracias al concepto de *virtual*, se puede establecer la viabilidad de cultivar alimentos en determinado terreno de un país, la escasez en el consumo o, por el contrario, la demanda de un país por un producto específico. Con el agua virtual también se puede determinar la calidad del recurso hídrico y las condiciones ambientales y sociales en que se encuentra tanto el país emisor como receptor del producto contentivo del agua virtual.

Parada (2012) argumenta que el concepto de agua virtual:

Se originó en los años noventa para contabilizar el agua consumida, por ejemplo, en todo el proceso de producción agrícola y agregársela al producto final como agua contenida en forma virtual en contraposición a indicadores tradicionales en los que el uso de agua no se ve reflejado en el producto final. Este indicador permite entonces comparar rubros agrícolas en función de la ubicación geográfica del cultivo, de la eficiencia en el uso del agua, etc., y permite tomar decisiones más acertadas de locación del recurso hídrico para usos eficientes o prioritarios (p. 69).

Hoekstra y Chapagain (2010) define el agua virtual como el agua contenida en un producto, no en el sentido real sino en el sentido virtual y se refiere al agua usada para elaborar un producto determinado. Allan (1998) argumenta que el agua virtual representa una medida más exacta del flujo de agua entre países, para abarcar el agua que pese a no estar presente materialmente se añade virtualmente a los productos de importación y exportación, especialmente a los productos agrícolas.

Virtual water is the water “embodied” in a product, no in a real sense, but in virtual sense. It refers to the water needed for the production of the product. Virtual water has also been called “embedded water” or “exogenous water”, the latter referring to the fact that import virtual water into a country means using water that is exogenous to the importing country (p. 72).

Desde la definición propuesta por Allan (1998) se ha comprendido el concepto de agua virtual como el volumen de agua que se utiliza para producir un bien y, que por lo tanto, se encuentra virtualmente en él. El autor de este concepto se basó en las necesidades que tiene el Oriente Medio relativas a la escasez de agua, para lo que propuso importar el recurso hídrico mediante el agua virtual contenida en el importe de alimentos. A partir de esta propuesta, el país receptor de agua virtual obtendría como resultado el ahorro mediato de su recurso hídrico y su preservación.

Se habla de agua virtual por ser aquella que es imprescindible para la producción de un bien, mas no es alusiva al agua realmente utilizada, que bien puede ser mayor o menor a la realmente necesitada. De ahí que se hable explícitamente del agua utilizada para la elaboración de un producto manifestado en su virtualidad (Hoekstra y Chapagain, 2010).

El contenido de agua virtual de un producto es el volumen de agua dulce utilizado para producirlo y depende del uso de agua en las distintas fases de la cadena de producción. El contenido de agua virtual de un producto se desglosa en tres componentes: verde, azul y gris. Estos componentes se refieren al agua de lluvia evaporada, a las aguas subterráneas y superficiales evaporadas y al agua contaminada respectivamente. En el caso de los productos primarios (por ejemplo, el trigo), solo hay que considerar una fase de producción, mientras que en el caso de productos elaborados (como la carne de ternera) intervienen más fases (Hoekstra y Chapagain, 2010).

El agua virtual muestra las falencias de un país a la hora de ahorrar agua dulce y permite regular su uso en productos agrícolas y ganaderos; en efecto, se ha evidenciado que el sector que contiene más agua virtual es el sector ganadero, dado que los vacunos para su sustento requieren la ingesta de agua y de cultivos, los cuales a su vez poseen un alto volumen de agua.

Se sabe que en el uso del ganado para fines industriales:

Pasan tres años antes del sacrificio de un animal para producir unos 200 kg de carne de vacuno deshuesada. En este tiempo el animal consume casi 1.300 kg de cereales (trigo, avena, cebada, maíz, guisantes secos, soja triturada y otros granos pequeños) 7.200 kg de forraje (pasto, heno seco, silaje y otros forrajes), 24 m³ de agua de boca y 7 m³ de agua para servicios. Esto significa que para producir 1 kg de carne de vacuno deshuesada se utilizan uno 6,5 kg de cereales, 36 kg de forraje y 155 litros de agua...producir el volumen de su alimentación requiere unos 15.340 litros de agua de media. (Hoekstra y Chapagain, 2010, p. 28)

El consumo de carne presenta los índices más altos en la producción de alimentos debido a elementos determinantes como el hábito, en la mayoría de población, de consumir carne y a su vez, el alto porcentaje de comunidades de bajos ingresos para quienes por estas condiciones su principal fuente de alimentos se debe a la carne.

La falta de concienciación en la población humana ocasiona el aumento desproporcionado del consumo de carne. La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que el consumo mundial de carne para el 2050 corresponderá al 76% sobre las cifras actuales (United Nations Environment Programme, 2018). El consumo excesivo de agua dulce en la producción de ganado ha traído como consecuencias la deforestación y el desplazamiento de los campesinos y las comunidades indígenas, quienes se han visto comprometidos a cambiar sus costumbres, modificar su identidad y a mudar sus hábitos alimenticios, lo que ha ocasionado la propagación de enfermedades, la alteración genética en las nuevas generaciones y el aumento de la mortalidad de los menores de edad.

Para ilustrar lo expresado respecto al consumo de carne, cabe señalar que actualmente el producto más consumido en la población mundial, especialmente en Estados Unidos, es la hamburguesa; también se sabe que la elaboración de un cuarto de libra proveniente de carne de ternera exige en promedio 1.695 litros de agua dulce. Estudios realizados como el de la empresa Beyond Meat y la Universidad de Michigan muestran que la población estadounidense consume en promedio tres hamburguesas a la semana.

La producción sostenible debe ser pilar en los modelos de gobierno actuales; es imperativo sustituir los cultivos de ganado por cultivos agropecuarios, fomentar en la población el consumo de alimentos alternativos, ya que su producción implica menor consumo de agua dulce.

Las empresas Impossible Foods y Beyond Meat impulsan la alimentación alternativa y ofrecen opciones como carne hecha a partir de plantas que tienen el mismo contenido de proteínas, grasa y minerales traza como los que aporta la carne común. Estas compañías afirman que:

La preparación de hamburguesas a partir de plantas y vegetales requieren entre 75% y 99% menos agua; 93-95% menos tierra; y generan 87-90% menos emisiones que las hamburguesas regulares de carne de res, y además requieren casi la mitad de la energía para ser producidas. (United Nations Environment Programme, 8 Noviembre 2018)

Gracias a la riqueza natural y ecosistémica que posee América del Sur, ha sido catalogada como una de las regiones de mayor riqueza fluvial, de allí que sea un principal exportador de agua virtual. Dada esta característica, Colombia como país suramericano tiene el reto de aprovechar sus recursos sin llegar al límite de sobreexplotarlos y, consecuencia de ello, agotar sus reservas de agua; el agua virtual se debe pensar como un modelo de crecimiento económico y de ahorro de recurso hídrico al explorar sectores agrícolas e invertir en ellos más que en el sector ganadero, pese a que aunque es un buen generador de ingresos económicos, los vacunos traen consigo afectaciones ambientales y sociales mayores a las ganancias generadas en un país.

De otra parte, el agua virtual contrae efectos negativos si no se aprovecha en debida forma, puesto que si un país se dedica únicamente a exportarla sin control alguno, puede causar la pérdida inmensurable de su riqueza hídrica, pasando de ser un país exportador a uno importador de agua virtual, generando pérdidas no solo ambientales sino sociales y económicas. Así mismo, el país exportador no puede caer en la producción masiva de bienes que contengan agua virtual, pues con ello incurrirá en la pérdida del líquido para sí mismo, generando escasez y transformándose, por lo tanto, en un país importador y con falencias económicas. Los autores Hoekstra y Chapagain (2010) denominan a este fenómeno "*pérdidas de agua nacionales*", relativas a que el agua que se utiliza para producir bienes que serán consumidos en otros países deja de estar disponible para su uso en el país en cuestión. Estados Unidos, que al año consume 92.000 millones de m³, Australia con 57.000 millones de m³ anuales, Argentina con 47.000 millones de m³ anuales, Canadá con 43.000 millones de m³ anuales, Brasil con 36.000 millones de m³ anuales y Tailandia con 26.000 m³ anuales ocupan los primeros puestos en el rango de las mayores pérdidas de agua, producto de la exportación de agua virtual.

Adicionalmente, el agua virtual se entiende como el volumen de agua que se ha utilizado para producir un bien y, por lo tanto, se encuentra virtualmente en él (Vásquez y Lambarri, 2017). Una

de las implicaciones del agua virtual es que no se pueden determinar de forma clara los efectos negativos de su uso en el sector productivo, puesto que dichos efectos no son palpables para el consumidor (Vásquez y Lambarri, 2017); además, el costo total del uso del agua no se refleja en los precios del producto, sino que se cobra una pequeña fracción por el mismo, sin generar una afectación directa al consumidor ni una forma de crear consciencia en la necesidad de modificar los hábitos de consumo.

De esta forma, se presenta el inconveniente en la exportación de agua virtual cuando el valor económico agregado al producto a importar suele ser menor para el consumidor; en este caso, el país exportador incursiona en egresos, y simultáneamente se ven afectados sus ingresos y la estabilidad social, pues la elaboración de determinado producto trae consigo la manufacturación y el sustento de los trabajadores y sus familias, restringiendo, a su vez, el acceso a una adecuada alimentación por parte de la población de escasos recursos. Lo anterior sin olvidar que no toda la población de un territorio usa el recurso hídrico en las mismas proporciones ni manipula adecuadamente el agua obtenida, debido a las facilidades de adquisición que se tengan del líquido. El consumo de agua dulce no es equitativo dentro de la población por las costumbres adquiridas, pues mientras unos destinan el agua a fines suntuarios (aseo de auto, mantenimiento de piscinas, etc.), otra parte de la población no tiene acceso garantizado al agua potable; también, muchas personas consumen grandes volúmenes de carne anualmente, lo que incrementa el uso de agua dulce y su escasez. El agua dulce contenida en el flujo de agua virtual puede convertirse para un país importador en una solución mediata y de fácil adquisición para la comunidad por el bajo precio con que es ofertada, en contraposición a la penuria de no poseer grandes cantidades de agua dulce dentro de su territorio. Pero este bajo precio de adquisición para el consumidor puede ser nocivo para el país exportador, dado que la inversión podría ser mayor a la ganancia adquirida, perjudicando así la economía y conservación de agua dulce del país exportador; de ahí que se necesite un control o una medida que procure el beneficio tanto para el importador como el exportador. Para este propósito se requieren análisis y estudios que permitan esclarecer dichos usos y crear mecanismos que contrarresten el impacto ambiental producto de cualquier acción humana.

Huella hídrica

Estudios como los realizados por Vásquez y Lambarri (2017) destacan la huella hídrica como el porcentaje del volumen de agua empleado directa o indirectamente para fabricar un producto, el lugar en donde se usó y el tiempo de uso; del mismo modo, el tipo de agua, bien sea proveniente de la lluvia y que se denomina huella hídrica verde, aguas superficiales y subterráneas conocidas como huella hídrica azul y la empleada para asimilar la carga contaminante en cuerpos receptores, nombrada huella hídrica gris.

La huella hídrica de un país se entiende como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por las personas de dicho país. Dado que no todos los bienes consumidos en un país se producen en su propio territorio, la huella hídrica consta de dos partes: el uso de recursos de hídricos nacionales y el uso de agua proveniente de fuera de las fronteras nacionales (Hoekstra y Chapagain, 2010).

El concepto de huella hídrica se suele asimilar con el de huella ecológica, pero es necesario aclarar que este último hace alusión al suelo y ecosistemas acuáticos que generan recursos y son utilizados por el hombre, contrario a la huella hídrica que comprende el volumen de agua manipulada por éste. Así, “la huella ecológica de una población representa la superficie de suelo productivo y ecosistemas acuáticos que se necesitan para producir los recursos utilizados y asimilar los residuos generados por una determinada población con un nivel de vida material determinado, en cualquier lugar del planeta” (Rees y Wackernagel, 1992, p. 64).

Con la huella hídrica se puede establecer el uso que se le da al recurso hídrico suministrado en productos comercializados y, asimismo, atacar la pobreza y escases del recurso de agua dulce en ciertos países debido a la producción industrial. La huella hídrica facilita, en primer lugar, demarcar el impacto ambiental ocasionado por el consumo humano sobre los recursos de agua a nivel global, como es el caso de Colombia que cuenta con un mayor acceso al agua dulce; en segundo término, reducir el impacto ambiental que acarrea la elaboración de alimentos y productos industriales en los lugares que no gozan de riqueza hídrica. Factores como las condiciones climáticas variables, la falta de técnicas adecuadas para la producción agrícola, la implementación errónea y/o la falta de implementación de tecnologías para la manipulación del agua y la escasa educación que se imparte al campesinado sobre técnicas de conservación y preservación del recurso hídrico, hacen que el resultado de la huella hídrica sea alto y que las técnicas para afrontar dichos factores sean escasas o no sean suficientes para mitigar el impacto ambiental.

La huella hídrica abre una nueva perspectiva y resulta de especial interés para abordar los grandes retos actuales en materia de seguridad hídrica, entendiéndose por esta última la capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable con objeto de brindar sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella y preservar los ecosistemas, todo en el contexto de un clima de paz y estabilidad política (Vásquez y Lambarri, 2017, p. 7).

Para producir los bienes que habitualmente consume un país dentro de su mismo territorio, es necesario utilizar el recurso hídrico con el que cuenta dicho país. El volumen de agua destinada para los productos de consumo interno se conoce como *huella hídrica interna*, mientras que la *huella hídrica externa* aduce el volumen de agua virtual importado en los productos elaborados en otro país.

La huella hídrica interna se define como el volumen de recursos hídricos internos empleado para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes del país. Equivale al volumen de agua total utilizado de los recursos hídricos internos empleado para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes del país. Equivale al volumen de agua total utilizado de los recursos hídricos internos en la economía nacional menos el volumen de exportaciones de agua virtual a otros países como resultado de la exportación de productos producidos en el país en cuestión. La huella hídrica externa de un país se define como el volumen anual de recursos hídricos usados en otros países para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes del país analizado. Equivale a las importaciones de agua virtual al país menos el volumen de agua virtual exportado a otros países como resultado de la reexportación de productos importados. (Hoekstra y Chapagain, 2010, p. 65,66).

La mayor parte de la población a nivel mundial incluye dentro de su dieta alimentaria productos de origen animal y en menor medida de origen vegetal. Debido a la necesidad de cubrir la demanda de productos cárnicos, la producción de ganado ha aumentado exigiendo grandes volúmenes de agua y deforestando miles de terrenos, donde seguramente había nacimientos de agua, cuencas y/o riachuelos, lo que compromete una vez más el acceso al agua potable. Simultáneamente, la producción de biocombustibles requiere una gran cantidad de recurso hídrico; como se sabe, la elaboración de biocombustibles contenidos en la biomasa, es decir, cultivos agrícolas como aceite de palma, caña de azúcar, soja, en cuanto producto final, exigen el uso de agua en un alto porcentaje que no retorna a la tierra, pero que al contrario incrementa la huella de carbono.

El aumento del consumo de agua en productos alimentarios e industriales ha reducido significativamente su volumen y está comprometiendo el acceso a la misma de las futuras generaciones. La producción de materia prima y el consumo de agua que esos sectores exigen han comprometido la salud pública y el desarrollo económico, generando a nivel mundial una crisis hídrica a la que los gobiernos no han podido hacerle frente, porque no se le presta el interés ni la atención que merece y se considera que se tendrá acceso al agua potable de por vida, sin necesidad de proporcionarle los cuidados que exige su conservación.

Para preservar y conservar el agua dulce es menester desarrollar estudios que aporten soluciones a esta problemática; de ahí, la necesidad de implementar el estudio de la huella hídrica en la producción de bienes de consumo para alcanzar, como resultado, parte de la solución al revelar el estado actual del recurso y la manipulación que el hombre ejerce sobre ella en la producción de bienes y servicios. La huella hídrica permite determinar los consumidores finales, las empresas fabricantes de bienes de consumo diario y los comerciantes que intervienen en la cadena de producción.

Es así como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua expone que:

La huella hídrica es un indicador que muestra la apropiación humana de los recursos hídricos. Se refiere al volumen total de agua dulce empleado para producir algo, ya sea que se haya incorporado al producto, evapotranspirado por algún cultivo, devuelto a otra cuenca, o empleado por algún cuerpo de agua para asimilar la carga

contaminante. Su estudio permite visualizar el uso oculto del agua a lo largo de toda la cadena productiva, ayuda a identificar cómo y dónde el consumo en un lugar impacta los recursos hídricos de otro lugar..., la huella hídrica total es la suma de las huellas hídricas verde, azul y gris y se puede calcular para un producto, proceso, industria, consumidor, cuenca, estado o país (citado por Vásquez y Lambarri, 2017, p. 13).

Implicaciones

La huella hídrica no sólo permite encontrar las falencias en el sistema hídrico del mundo; también facilita la regulación de la escasez de agua dulce en los países que carecen del recurso hídrico, mediante el transporte del líquido en productos agrícolas e industriales manufacturados en países que cuentan con mayor acceso al agua dulce, tales como Colombia, factor que no solo contribuye a mejorar el recurso hídrico sino que a su vez, incrementa la productividad, la economía y la generación de empleo.

El informe sobre el Estudio Nacional del Agua 2014, elaborado en Colombia, indica cómo la zona agrícola manipula el recurso hídrico sin ser devuelto a las cuencas hídricas y enfatiza en la necesidad de evaluar los procedimientos utilizados por el campesino a partir del estudio de la huella hídrica. En el mismo informe se define la huella hídrica como el volumen de agua usado para un proceso antrópico, que no retorna a la cuenca donde fue extraído o retorna con una calidad diferente a la original. A diferencia del agua virtual (equivalente a la huella hídrica de un producto en términos cuantitativos), la huella hídrica ofrece la posibilidad de un análisis multidimensional, espacial y temporalmente explícito, orientado a entender la interacción entre las actividades antrópicas y la relación del agua con la cuenca. (IDEAM, 2015)

La huella hídrica se estudia a nivel interno o externo. El primero hace alusión al agua dulce consumida dentro de un país para la elaboración de alimentos e industria, mientras que la huella hídrica externa es alusiva al agua dulce utilizada en la fabricación de productos en otro país extranjero para el consumo al interior de un país determinado; al respecto Vásquez y Lambarri (2017) indican:

La HH interna es el agua que se utiliza para todo aquello que se produce y es consumido al interior de un país, mientras que la HH externa denota el agua utilizada para la elaboración de productos en el extranjero, pero que son consumidos al interior del país (p. 20)

El estudio de la huella hídrica ha permitido determinar el porcentaje de agua dulce en un producto que ha de ser consumido por uno o varios individuos en un país. Gracias a esto, se puede esclarecer en qué situaciones se está abusando del consumo de agua dulce, para fomentar la búsqueda de alternativas en la producción de bienes como el ganado, los cultivos, la industria manufacturera y el cambio en los hábitos de vida de determinada población.

El análisis de la huella hídrica se fundamenta en el nivel de consumo de agua dulce de un país, en los hábitos de consumo que tengan sus habitantes, en las condiciones climáticas del país productor y los hábitos de cultivo de dicho país; de allí, la variabilidad en los resultados de los estudios, puesto que no todos los países tienen las mismas condiciones ni hábitos, falencias que con base en la investigación de la huella hídrica, pueden enrutar a los gobiernos para crear políticas más eficaces en el ahorro y conservación del agua.

El cálculo de la huella hídrica se hace a partir de tres elementos a saber: huella hídrica verde, huella hídrica azul y huella hídrica gris. La necesidad de cuantificarla se debe al concepto de apropiación humana del agua, entendido como la cantidad numérica que se presenta cuando el agua se usa para un proceso antrópico y una parte del volumen usado no retorna a la cuenca de donde fue extraído o retorna con una calidad diferente a la original. Por lo tanto, la huella hídrica refleja el impacto territorial del uso del agua en términos de la disponibilidad de agua, cantidad o calidad, a partir de un proceso antrópico determinado (IDEAM, 2015). La apropiación humana de agua se da por uno o varios de los siguientes procesos: incorporación en un producto, evaporación en el proceso y transvase entre cuencas. Así, la apropiación humana del agua se refiere a la manipulación que hace el hombre del agua tomada de las cuencas para la industria agrícola y manufacturera, situación en la que dicha agua no retorna a su origen o, si ha de hacerlo, no retorna en las calidades originales con que fue sustraída.

Como bien se ha mencionado, el examen de la huella hídrica comprende tres elementos: la huella hídrica verde, azul y gris. La huella hídrica verde se entiende como el consumo humano del agua producto de las lluvias; la huella hídrica azul es alusiva a la captación y manipulación por parte del hombre de las aguas contenidas en cuencas, áreas superficiales o subterráneas y la huella hídrica gris hace alusión al volumen de agua dulce contaminada.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua traduce la huella hídrica verde como la “evotranspiración del agua de lluvia en campos agrícolas y plantaciones forestales, así como el agua incorporada en la cosecha o la plantación” (citado en Vásquez y Lambarri, 2017, p. 20), mientras que el Estudio Nacional de Agua 2014 de Colombia la define como “la apropiación humana de agua almacenada en el suelo, cuantificada mediante la estimación del agua evotranspirada por la vegetación asociada al proceso de cultivos que no tienen como origen el agua de riego” (IDEAM, 2015, p. 192)

La huella hídrica verde debe su nombre a la científica del Instituto Internacional del Agua de Estocolmo, maestra Malin Falkenmark, quien, en 1993, argumentó que “en las regiones propensas a la sequía, las aguas lluvias -agua verde- aportan a la seguridad hídrica y alimentaria” (citado en Vásquez y Lambarri, 2017, p. 15). El agua lluvia, aunque es de fácil acceso (en términos

generales) no significa que esté disponible para todas las regiones, pues debido a sus condiciones, características y a factores como el cambio climático, su distribución y volumen es variable.

La huella hídrica azul comprende el agua contenida en las cuencas y el agua dulce subterránea empleada por el hombre a través de la lluvia y que retorna al mar; al respecto Vásquez y Lambarri (2017) señalan:

Es un indicador del uso consuntivo de agua dulce superficial o subterránea. Es decir, del agua que se incorpora a un producto y se devuelve a otra zona de captación o al mar, o bien, se retira en un periodo seco y se retorna en época de lluvias (p. 20).

La huella hídrica gris se refiere al porcentaje de contaminación del agua dulce, como resultado de la actividad humana. “Se define como el volumen de agua dulce necesario para asimilar y diluir la carga contaminante vertida a un cuerpo receptor de forma que se garanticen condiciones de calidad de agua para el ambiente, las personas y las actividades humanas” (IDEAM, 2015, p. 192).

Otra definición de la huella hídrica gris expone que ésta se encarga de indicar el grado de contaminación de agua dulce que puede estar asociada con los procesos de fabricación de un producto y con su cadena de suministro. Se refiere al “volumen de agua dulce requerido para asimilar la carga de contaminantes en comparación con las concentraciones normales y las normas de calidad de agua” (Vásquez y Lambarri, 2017, p. 20). De esta manera, el estudio en su totalidad de la huella hídrica tanto interna como externa permite establecer el porcentaje de agua que se pierde por uso indebido y contrarrestar este efecto mediante la creación de medidas que hagan frente a la problemática que plantea dicho estudio.

En Colombia la huella hídrica se ha implementado principalmente en el proceso de elaboración del café por ser éste uno de los productos agrícolas más cultivados en el país y más conocidos a nivel internacional. Gracias a la investigación adelantada por los autores Hoekstra y Chapagain (2010) se demuestra que en promedio para fabricar una taza de café se necesitan de 140 litros de agua, la cual en gran parte es huella hídrica verde necesaria para el cultivo del cafeto y, que como previamente se enunció, el agua lluvia -verde- no es un líquido disponible las veces requeridas ni en la cantidad deseada, especialmente por el cambio climático por el que atraviesa el país. Que se requieran 140 litros de agua para una taza de café debe crearles al gobierno y a la ciudadanía el imperativo de establecer medidas eficaces para el tratamiento del agua dulce en los cultivos de café colombiano.

Durante 1999 Colombia hizo parte de los mayores países productores y exportadores de café a los Países Bajos, ocupando el segundo lugar, encargándose así del 84% de la producción mundial de café. (FAO, 2006e)

La huella hídrica del café en Colombia permite inferir el volumen de agua requerido especialmente en su cultivo, pese a que se puede considerar que es el mayor producto de exportación del país y generador de buenos ingresos económicos. La producción de café también ha comprometido el recurso hídrico de la región, porque este recurso no es renovable y únicamente se le da un uso, sin olvidar que las políticas de cultivos sostenibles son escasas o nuevas para el sector agropecuario; la afectación es mayor en comparación con la ganancia recibida por el medio y micro empresarios, dejando de lado las necesidades del campesinado colombiano.

Por lo cual, Diego Arévalo, Juan Lozano y Javier Sabogal en el *Estudio Nacional De Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola* exponen que durante el 2010 la producción de café en Colombia representó el primer lugar de los productos generadores de huella hídrica verde por ser el principal cultivo dentro del territorio con un porcentaje del 23%, mientras que, frente a la huella hídrica azul ostentó un 3% en comparación con el arroz que se posesionó con un porcentaje de 41% y en la huella hídrica gris el café se posesionó nuevamente con el 55%. (Arévalo, Lozano & Sabogal , 2011)

De esta forma, la huella hídrica da una solución parcial a la problemática del agua, como es el importe de agua a las regiones donde escasea, mediante la comercialización de productos provenientes de países que cuenten con el recurso necesario y los medios idóneos para la elaboración y exportación de un bien o servicio. También revela la necesidad que presenta el país fabricante de elaborar e implementar métodos efectivos para fomentar los cultivos inteligentes y buscar que el recurso hídrico no se vea comprometido por su manipulación excesiva.

Conclusiones

Colombia por su riqueza eco sistémica debe propender y velar a través de su gobierno y administración, por las buenas políticas en el fomento de cultivos sostenibles con el uso de tecnología moderna que minimice el goce del agua. Así mismo, el gobierno colombiano tiene la obligación de impartir educación a la comunidad que se encarga de los cultivos agropecuarios y especialmente del sector ganadero, enfocándose en la conservación del suelo, la disminución del impacto ambiental, el aprovechamiento del agua, entre otros aspectos fundamentales relacionados con el preciado líquido. Varios proyectos ambientales que se llevan a cabo en el país fomentan el uso razonable del suelo y el abastecimiento en los productos alimentarios; por ejemplo, el proyecto *Colombia Siembra*, creado por el Ministerio de Agricultura que tiene como objetivos aumentar la oferta agropecuaria para garantizar la seguridad alimentaria en el país, incrementar el área y los

rendimientos destinados a la producción y el fomento de las exportaciones agropecuarias y agroindustriales, impulsar el desarrollo de los negocios agropecuarios para mejorar los ingresos de los productores y fortalecer el desarrollo tecnológico y los servicios en el sector agropecuario (Ministerio de Agricultura, 2018). A groso modo se observa el interés por parte del gobierno en fomentar la cultura sostenible en el país, aunque se muestra también que no son suficientes las políticas que se encuentran establecidas hoy en día, pese a que el país cuenta con un buen número de leyes pero una educación ambiental muy superflua en todo el territorio colombiano.

Al implementar la huella hídrica junto con sus componentes, se pueden establecer las falencias sobre las que debe trabajar en conjunto el sector estatal, empresarial y social, dado que al estudiar la huella hídrica verde es viable aprovechar factores climáticos cambiantes como los fenómenos del niño y de la niña; a través de la implementación del estudio de la huella hídrica verde y la investigación por parte de la comunidad académica es viable encontrar métodos que permitan aprovechar las aguas lluvias por medio de tecnologías renovables aplicables al cambio climático que afronta el país. A partir del estudio de la huella hídrica azul el empresario y agricultor se encuentran en la capacidad de crear sistemas de riego más eficientes soportados en la tecnología y la eficiencia en la distribución del uso del agua y con la huella hídrica gris la administración cuenta con el medio para identificar los factores de contaminación por atacar y contrarrestar, así como neutralizar la escasez de agua producto de dicha contaminación.

Se debe promover la reducción de la huella hídrica para generar conciencia entre Estado y ciudadanía sobre el imperativo de aumentar la economía, mientras se reduce el consumo de agua mediante la promoción de técnicas agrícolas y ganaderas que exijan en menor medida la manipulación del recurso hídrico. Igualmente, se debe incluir dentro de los productos elaborados el valor económico que genera la introducción de agua virtual sobre el mismo, con el propósito de que el consumidor pague lo correspondiente no solo por la mano de obra sino por el importe y uso de agua proveniente del país exportador, en particular, para el caso de Colombia; a su vez, propender por generar mayor conciencia en el consumidor respecto a los bienes que disfruta y formarlo en la necesidad de disminuir su consumo y optar, en definitiva, por alternativas más beneficiosas para el volumen hídrico, verbi gracia, suplir la carne por vegetales y cereales. El gobierno colombiano debe propender por reducir el consumo de carne en la población impartiendo cultura y educación a partir de los infantes transmitiéndoles los efectos de dicho consumo de carne tanto para el cuerpo humano como para el ambiente y la sociedad e informar sobre los beneficios de consumir vegetales. Se recomienda al Estado que por medio de sus representantes de gobierno y entidades administrativas se fomente y apoye tanto económica como gerencialmente el crecimiento empresarial en la producción de alimentos sustitutos del ganado bovino.

Finalmente, están los acuerdos de sostenibilidad ambiental celebrados a nivel internacional y que han sido vinculantes para Colombia; por lo tanto, es necesario instar al gobierno a aplicarlos como norma que acarrea efectos jurídicos y no como recomendación internacional, para así cumplir con cada uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible promovidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

De esta forma, Colombia a través del gobierno debe fomentar, en mayor medida, la educación ambiental, la sostenibilidad ambiental, el uso de tecnologías alternativas menos nocivas para el ecosistema como la energía solar y eólica, la participación ciudadana en procura de la protección y el cuidado de los recursos, especialmente el hídrico, así como velar por la adecuada manipulación del agua virtual mediante herramientas como la huella hídrica, con el fin de conservar el volumen de agua dulce que posee el país.

REFERENCIAS

- Allan, J. A. (1998). Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x>
- Baroni, L.; Cenci, L.; Tettamanti, M.; Berati, M. (2007). Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. *European Journal of Clinical Nutrition* 61, 279-286. Disponible en: <http://tier-im-fokus.ch/wp-content/uploads/2009/06/baroni072.pdf>
- Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente (CIAMA). (1992). Disponible en: <https://es.ircwash.org/sites/default/files/71-ICWE92-19134.pdf>
- Hoekstra, A., & Chapagain, A. (2010). Globalización del Agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta. Madrid: Editorial Marcial Pons. Ediciones Jurídicas y Sociales.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Fonte: Estudio Nacional del Agua 2014: Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
- IDEAM. (2018). *Reporte de avance del estudio nacional del agua 2018*. Fonte: IDEAM: Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/76321271/Cartilla+ENA+2018+WEB+actualizada.pdf/ba353c39-b15d-4a76-8ed4-3814c4c35239>
- Ministerio de Agricultura. (2018). *Colombia Siembra*. Fonte: Colombia Siembra: <https://www.minagricultura.gov.co/Colombia-Siembra/Paginas/default.aspx#beneficios>
- Parada P., G. (2012). El agua virtual: conceptos e implicaciones. *Scielo Colombia* , 2. , Volumen 16, N° 1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4028608>
- Rees, W., & Wackernagel, M. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/250060794_Ecological_Footprints_and_Appropriated_Carrying_Capacity_What_Urban_Economics_Leaves_Out

United Nations Environment Programme. (08 de Noviembre de 2018). *United Nations Environment Programme*. Fonte: United Nations Environment Programme: <https://www.unenvironment.org/es/news-and-stories/reportajes/que-hay-dentro-tu-hamburguesa-mas-de-lo-que-piensas>

Vásquez del Mercado, R., & Lambarri Beléndez, J. (2017). Huella hídrica en México: Análisis y perspectivas. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Disponibile en: https://www.academia.edu/33626814/Huella_h%C3%ADdrica_en_M%C3%A9xico_an%C3%A1lisis_y_perspectivas

Arévalo U., D.; Lozano A., J. G.; Sabogal M. (2011) Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. N° 7. Catedra UNESCO de Sostenibilidad. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
Disponibile en: <http://www.huellahidrica.org/Reports/Articulo%20Huella%20Hidrica%20Colombia%20publicado.pdf>