



# LA HUELLA HÍDRICA. CONCEPTOS PRINCIPALES Y ALGUNAS CONSIDERACIONES EN APLICACIONES AGRÍCOLAS

## THE WATER FOOTPRINT. KEY CONCEPTS AND SOME CONSIDERATIONS IN AGRICULTURAL APPLICATIONS

✉ MARÍA ELENA RUIZ<sup>1\*</sup>, ROBERTO GARCÍA<sup>2</sup>, ✉ NEILI MACHADO<sup>1</sup>, PABLO HERNÁNDEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque, Cuba

<sup>2</sup>Ministerio de la Agricultura, Holguín, Cuba

\*Autor para correspondencia: María Elena Ruiz. e-mail: [zulimary@unah.edu.cu](mailto:zulimary@unah.edu.cu)

### Resumen

El agua es un recurso natural esencial. Las actividades humanas consumen y contaminan grandes cantidades de agua. A escala global, el mayor uso del agua acontece en la producción agrícola, aunque también se consumen y se contaminan importantes volúmenes de agua en los sectores industrial y doméstico. El concepto de Huella Hídrica actúa como un indicador multifacético del consumo humano del agua y sirve como plataforma para los decisores con vistas al uso sustentable y equitativo del agua. Este indicador proporciona la base para saber el impacto desde el punto de vista social y económico. Su determinación a nivel internacional es amplia, sin embargo, en Cuba son pocas las aplicaciones en la rama Agrícola siendo la mayor consumidora. En este trabajo se introducen los conceptos de Huella Hídrica, así como sus tipos, es decir, las Huellas Hídrica azul, verde y gris. También se introduce la forma en que puede calcularse en el caso hipotético de un cultivo.

### Summary

Water is an essential natural resource. Human activities consume and pollute large quantities of water. On a global scale, the greatest use of water occurs in agricultural production, although significant volumes of water are also consumed and polluted in the industrial and domestic sectors. The concept of Water Footprint acts as a multifaceted indicator of human water consumption and serves as a platform for decision-makers with a view to the sustainable and equitable use of water. This indicator provides the basis for knowing the impact from a social and economic point of view. Its determination at an international level is broad, however, in Cuba there are few applications in the agricultural sector, which is the largest consumer. This work introduces the concepts of Water Footprint, as well as its types, that is, the blue, green and gray Water Footprints. It also introduces the way in which it can be calculated in the hypothetical case of a crop.

### Introducción

El agua es un recurso natural esencial. Las actividades humanas consumen y contaminan grandes cantidades de agua. A escala global, el mayor uso del agua acontece en la producción agrícola, aunque también se consumen y se contaminan importantes volúmenes de agua en los sectores

industrial y doméstico. El agua es un recurso escaso; sin embargo, la demanda de agua es cada vez mayor, de hecho, hay muchos lugares en el mundo donde se produce un grave agotamiento o contaminación del agua: ríos que se secan, descenso del nivel de los lagos y de las aguas subterráneas y especies en peligro de extinción debido al agua contaminada (Guía para el cálculo de la Huella Hídrica, sf).

Recibido: 10 de octubre de 2024

Aceptado: 19 de noviembre de 2024

María Elena Ruiz. Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque.

Roberto García. Ministerio de la Agricultura, Holguín.

Neili Machado. Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque.

Pablo Hernández. Ministerio de la Agricultura, Holguín.

**Conflicto de intereses:** Los autores de este trabajo no declaran conflicto de intereses.

**CONTRIBUCION DE AUTORES:** Los autores participaron en el diseño y redacción del trabajo, además del análisis de los documentos.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Deepa et al., 2021, señalan que la seguridad del agua es considerada como un marco teórico prominente para la sostenibilidad en las políticas ambientales y el manejo de recursos y que las Naciones Unidas identifica la disponibilidad de agua, su manejo sostenible y acceso como una de las metas para el desarrollo sostenible (el No. 6, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, ultimo acceso 1 de Octubre de 2024).

Por consiguiente, para comprender el impacto del uso excesivo del agua y su utilización sostenible ha surgido el concepto de “Huella Hídrica” (HH) (Allan, 1997, Hoekstra y Hung, 2002, Hoekstra, 2003) para considerar el uso del agua a lo largo de las cadenas de suministro. La huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que no solo mira al uso directo del agua por parte de un consumidor o productor, sino también al uso indirecto del agua.

El concepto de HH actúa como un indicador multifacético del consumo humano del agua y sirve como plataforma para los decisores con vistas al uso sustentable y equitativo del agua. Este indicador proporciona la base para saber el impacto desde el punto de vista social y económico (Hoekstra et al., 2011).

A nivel internacional han sido numerosas las investigaciones relacionadas con la determinación de la huella hídrica, los indicadores para evaluarla y los factores que en ella influyen en diferentes zonas geográficas (Vázquez del Mercado y Buenfil., 2012; Vanham y Bidoglio., 2013; Chenoweth et al., 2014; Lovarelli et al., 2018; Hossain et al., 2020; Ibidihi y Salem., 2020; Wang et al., 2023).

En Cuba, Cabello, et al. (1915) calculó la huella hídrica para el cultivo de la papa en Cuba, García (2015) estimó la HH del consumo pecuario en la cuenca hidrográfica del río Naranjo en la provincia de Las Tunas, Montalvan et al.(2019) calcularon la huella gris en una tenería de Camagüey; Arias, et al. (2023) determinaron la HH para el complejo Hatuey en Santiago de Cuba y Nuñez et al. (2023) estudiaron indicadores para evaluar la huella hídrica operacional en hoteles de ciudad del destino turístico en La Habana. Sin embargo, todavía las aplicaciones agrícolas son muy pocas siendo la Agricultura el mayor consumidor de agua por lo que se considera necesario promover estos temas para su aplicación en áreas agrícolas de la provincia Mayabeque y de la Universidad Agraria de la Habana.

En este trabajo se introducen los conceptos principales asociados a la HH, la metodología que generalmente se emplea para calcularla y algunas consideraciones en el caso agrícola.

## **Desarrollo Conceptos principales**

La huella hídrica (HH) de un producto es el volumen de agua dulce utilizada para producir dicho producto, medido

a lo largo de toda la cadena de suministro. Es un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuente y los volúmenes contaminados por tipo de contaminación. Todos los componentes de una huella hídrica se especifican geográfica y temporalmente. Es decir, la HH evalúa el consumo de agua considerando diferentes fuentes y también la calidad del agua. De acuerdo a esto, hay tres tipos de huellas hídricas; la verde y la azul (basadas en las fuentes) y la gris (basada en el impacto de la calidad del agua).

**La huella hídrica verde** se refiere al agua que está almacenada en la tierra como resultado de la precipitación (Bocchiola et al., 2013; Dekamin et al., 2018). En otras palabras, es el agua almacenada en el suelo disponible para las plantas. Dicho de otra manera, es el volumen de agua de lluvia que se evapora y evapotranspira por las plantas y que por tanto no se convierte en escorrentía. Este indicador adquiere mayor relevancia en sectores como el de la agricultura.

**La huella hídrica azul** es el agua que fluye en ríos y lagos o la subterránea. No es el agua que proviene directamente por la precipitación durante la temporada de cultivos (Fader et al., 2011, Rost et al., 2008; Hoff et al., 2010). Dicho en otra forma es el volumen de agua superficial o subterránea consumida. Es un indicador del uso consuntivo de agua, refiriéndose a las pérdidas de agua producidas cuando el agua se evapora, se devuelve a otra cuenca hidrográfica o al mar, o se incorpora a un producto o servicio.

**La huella gris** como tendencia en los últimos años (Lovarelli et al., 2018; Esmailzadeh et al., 2020), se enfoca específicamente en la ecotoxicidad tomando en cuenta la cantidad de agua necesaria para que los contaminantes estén en una dilución que pueda ser consumida por humanos o que no dañe la biodiversidad de un ecosistema a diferentes niveles tróficos (Marzullo et al., 2018). Es decir, el volumen de agua dulce requerido para diluir la carga contaminante contenida en un vertido dadas las concentraciones de fondo naturales y las normas de calidad ambiental. Si el vertido no supera los valores de calidad o concentraciones de fondo, se considera una devolución normal, por lo que no computaría como huella hídrica.

Además, la Huella Hídrica puede ser directa e indirecta. La huella hídrica directa se refiere al consumo de agua dulce y a la contaminación asociada al uso de agua realizado directamente en el desarrollo de la actividad de una organización, en la prestación de un servicio o en todas las fases de producción de un producto mientras que la huella hídrica indirecta se refiere al consumo de agua dulce y a la contaminación asociados con la producción de los bienes y servicios (exceptuando el agua) consumidos en el sistema analizado.

Como indicador del "**uso del agua**", la huella hídrica difiere de la clásica medida de "extracción de agua" en tres aspectos: 1) el concepto de huella hídrica solo tiene en cuenta el uso consuntivo del agua, es decir, no incluye el uso de agua azul en la medida en que esta agua vuelva a la misma cuenca de la que es extraída en el mismo periodo. Por tanto, difiere del concepto tradicional de uso del agua que sí incluye toda el agua extraída de las aguas superficiales y subterráneas, considerando los usos consuntivos (el agua consumida) y no consuntivos (agua devuelta en el vertido a la misma cuenca y en el mismo periodo), 2) no está restringido al uso de agua azul, sino que también incluye agua verde y gris y 3) no se limita al uso directo del agua, sino que también contempla el uso indirecto del agua.

La unidad de medida de la huella hídrica es el volumen de agua dulce consumido en un periodo de tiempo expresado en m<sup>3</sup>.

### **Cálculo de la Huella Hídrica.**

#### **Metodologías aceptadas para el cálculo**

Principalmente existen dos normas y metodologías de gran reconocimiento internacional:

- Red de Huella Hídrica (Water Footprint Network, en inglés): **Hoekstra y Hung, (2002)**, desde el Instituto UNESCO-IHE para la Educación sobre el Agua, creó la huella hídrica como una métrica para medir la cantidad de agua consumida y contaminada para producir bienes y servicios a lo largo de toda su cadena de suministro. A raíz del creciente interés funda la plataforma de Water Footprint Network de colaboración entre empresas, organizaciones e individuos para resolver las crisis mundiales del agua promoviendo un uso justo e inteligente del agua. De esta iniciativa, surge el Manual para la evaluación de la huella hídrica (**Hoekstra et al., 2011**), en el que se desarrolla la metodología de cálculo creada por Hoekstra,
- UNE-ISO 14046:2014: El nacimiento del concepto de huella hídrica, siguió desarrollándose, dando lugar a otras metodologías como la de la norma ISO 14046. En la norma se especifican los principios, los requisitos y las directrices relacionados con la evaluación de la huella de agua. ISO 14046, utiliza el término de huella de agua en su traducción al castellano, y se refiere a los impactos ambientales sobre el recurso agua a lo largo del ciclo de vida de productos. Por tanto, la metodología de la huella de agua también se basa en la metodología del análisis de ciclo de vida estandarizada por la ISO 14040 y la ISO 14044.

En este estudio nos referiremos a la primera metodología y hemos tomado como referencia la "Guía para el cálculo de la Huella Hídrica", elaborado por la, Consejería de Medio

Ambiente, de la Generalidad Valenciana específicamente como ayuda para el manejo del agua. Este a su vez se basa en el manual elaborado por **Hoekstra (2003)**.

### **Fases para un estudio completo de la Huella Hídrica**

Las **fases** para un estudio completo de la huella hídrica son:

1. Definir los objetivos y alcance del estudio, 2) Análisis del inventario de la huella de agua, 3) Evaluación del impacto de la huella del agua y 4) Interpretación de resultados.

En la **fase 1** desde el primer momento se debe especificar en qué tipo de huella de agua se quiere trabajar, es decir si es de un producto, un servicio, una organización y una vez definido esto debe indicarse las aplicaciones previstas, las razones para realizar el estudio, a qué público se dirige la huella de agua, si se van a comunicar los resultados y por qué medio piensa hacerse.

Por otra parte, para **definir el alcance** se debe escoger el **periodo de tiempo** a considerar, establecer un **año base**, determinar la **unidad funcional** y todas las entradas y salidas del sistema analizado han de estar referidas a la unidad funcional seleccionada. Además, establecer los criterios de corte, es decir hasta qué nivel de información se tomará en cuenta, también los criterios de asignación ya que, en la mayoría de las ocasiones, no se tiene una línea productiva simple, en donde las materias primas se transforman en un solo producto, sino que generalmente se producen más de un producto. Un aspecto muy importante es establecer qué se incluye y qué no se incluye en el estudio. Para ello, se han de detallar las etapas, procesos y flujos a considerar en la evaluación de la huella hídrica. Por último, deberán indicarse los indicadores o el indicador de impacto que han sido empleados en la evaluación de la huella hídrica.

**En la fase 2** se deben cuantificar todas las entradas y salidas relevantes del sistema analizado que puedan contribuir de manera significativa a los impactos ambientales relacionados con el uso del agua. Lo anterior contempla la determinación de las entradas y salidas directas de agua, los tipos de recursos de agua utilizada (precipitación, agua de mar, agua superficial etc.), los parámetros y características que describen la calidad del agua, las formas de uso del agua: evaporación, transpiración, integración en el producto etc., la localización geográfica del uso del agua o del agua cuya calidad se ve afectada, los aspectos temporales del uso de agua, las entradas de materias primas e insumos de procesos, las entradas de energía (electricidad y combustibles), las salidas de productos, los transportes, la generación de residuos y las emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo que puedan alterar la calidad del agua. La decisión de incluir o no alguna de las informaciones anteriores deben justificarse.

Es obvio que la calidad de los resultados del estudio de huella hídrica estará directamente relacionada con la calidad del inventario utilizado. Siempre que sea posible se han de utilizar datos primarios. Si no se dispusiera de información primaria, se optaría por la estimación de dicho valor. Se recomienda que siempre que se pueda, los datos procedan de reportes confiables.

En la **fase 3** la evaluación del impacto de la huella de agua debe cumplir las normas ISO 14044 e ISO 14046. Los impactos relacionados con el agua se pueden representar por uno o más parámetros que cuantifiquen los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto, proceso u organización.

El término huella de agua solo se debe utilizar para describir el resultado o los resultados de una evaluación íntegra de la huella de agua. Si los impactos potenciales relacionados con el agua no se evalúan integralmente, el término huella de agua solo debe utilizarse con un calificativo. Por ello, es necesario determinar cuáles de estos parámetros se van a estudiar.

El primer paso es seleccionar las categorías de impacto e indicadores de categoría objeto de estudio. La selección de las categorías e indicadores de impacto debe ser coherente con el objetivo y el alcance definido, teniendo en cuenta los impactos ambientales potenciales ocasionados por los cambios en la cantidad y/o calidad del agua.

Finalmente, la **fase 4** contempla la interpretación de los resultados y se basa en identificar las cuestiones significativas y conclusiones de los resultados obtenidos en la fase de evaluación del impacto

#### Cálculo de la huella hídrica azul:

La huella hídrica azul vendrá dada por la **Ecuación 1**

$$\begin{aligned} & \text{Huella hídrica azul} + \text{Agua azul evaporada} + \\ & \text{Agua azul consumida} + \\ & \text{Flujos de agua no devueltos a la cuenca} \end{aligned} \quad (1)$$

En el caso por ejemplo de un cultivo, si éste se riega desde una laguna o estanque tendrá lugar agua evaporada que se calculará multiplicando la evaporación por el área del espejo de agua en cuestión.

El agua azul consumida será toda el agua directamente empleada para el cultivo así como el agua potable que fue empleada para el uso de los trabajadores.

Para la estimación del consumo indirecto del agua, deberá considerarse al agua empleada en la obtención de todos aquellos productos empleados en la producción de un cultivo dado como fertilizantes, combustibles, electricidad, recipientes empleados para la cosecha u otros. El consumo indirecto de agua asociado al uso de estos materiales se obtiene multiplicando el dato de consumo anual (si se considera este período de tiempo para el cultivo) por un

factor de conversión que es necesario buscar en la literatura nacional o internacional.

En el caso de flujos de agua no devueltos a la cuenca, se supone en la mayoría de los casos que no tienen lugar pues se consideran producciones agrícolas locales.

#### Cálculo de la huella hídrica verde:

En este caso es necesario saber los milímetros de agua de lluvia que se están empleando en las etapas consideradas para el cálculo de la huella hídrica. En el caso de cultivos en invernadero, la huella hídrica verde sería cero.

#### Cálculo de la huella hídrica gris:

La huella hídrica gris en el caso agrícola está asociada, según los manuales del cálculo de la huella hídrica al empleo de los fertilizantes y no de los insecticidas, y se toma en cuenta el que resulta mayoritario en la fórmula aplicada al cultivo en cuestión. Si se trata de una mezcla nitrogenada, se considera el nitrógeno como el componente principal. Entonces la huella hídrica gris se calcula según la **Ecuación 2**:

$$\begin{aligned} & \text{Huella hídrica Gris} = \\ & \frac{L}{C_{\max} - C_{\text{nat}}} = \frac{a \times \text{Apl}}{C_{\max} - C_{\text{nat}}} \end{aligned} \quad (2)$$

Donde:

L, es la carga del contaminante (masa/tiempo)

a, es la fracción del producto químico que llega a las aguas superficiales o subterráneas

Apl, es la cantidad del producto químico aplicada (masa/tiempo)

C<sub>max</sub>, es la concentración máxima permitida (masa/volumen)

C<sub>nat</sub>, es la concentración natural del medio receptor (masa/volumen)

Es necesario tener en cuenta solo el contaminante más crítico, es decir, el que dé lugar al mayor volumen de agua según la fórmula anterior. En la fórmula NPK se considera que el Nitrógeno es el mayoritario con alrededor de un 22%.

Para este cálculo hay dos variables a destacar por la complejidad en su determinación, en el caso de C<sub>nat</sub> generalmente no hay información y se considera con valor cero y la fracción “a” que debe ser estimado pues tampoco se mide. Según **Chapagain et al. (2006)** se supone existe un 10% de lixiviación de Nitrógeno hacia el acuífero.

La carga de contaminantes se refiere a la cantidad total de contaminantes que se introducen en un medio ambiente específico (en este caso el Nitrógeno que lixivía), mientras que la cantidad de producto químico aplicado se refiere a la cantidad específica de un químico que se utiliza en un proceso o aplicación particular. La carga de contaminantes considera el impacto total que estos pueden tener, mientras que la cantidad de producto químico se centra en el uso o dosis específica sin necesariamente reflejar el efecto ambiental total.

Al llegar a este punto, es necesario conocer cuál es la concentración del contaminante que resulta apta y a partir de ahí se calcula la cantidad de agua necesaria para llevar la carga contaminante calculada en el caso analizado al nivel que resulta ambientalmente apto.

Finalmente, el análisis de los resultados consiste en comparar los valores obtenidos para los tres tipos de huellas hídricas y hacer un plan de medidas que favorezca la utilización sostenible y eficiente del agua disponible.

### Conclusiones

En este trabajo se han definido los conceptos de Huella Hídrica y sus tipos, es decir las huellas hídricas azul, verde y gris. Además, se han presentado las fases que deben tenerse en cuenta para su determinación siendo muy importante definir los objetivos y el alcance, así como para qué sistema será determinada la huella hídrica. Algo que debe destacarse es la importancia de los datos recopilados en la etapa de inventario ya que de la calidad que tengan éstos dependerá la validez de los resultados obtenidos. Una vez determinada la huella hídrica se analizarán los resultados y se establecerán las estrategias con vistas al uso eficiente del agua. Finalmente se esboza cómo calcularla en el caso de un cultivo hipotético

### Referencias

- Allan, J.A., 1997. 'Virtual water': A long-term solution for water short Middle Eastern economies? : School of Oriental and African Studies. University of London, London, pp. 24-29.
- Arias, L. Telma., Vazquez, M.E., Loforte, Q.L. 2023. Determinación de la huella hídrica en el Complejo Hatuey de Santiago de Cuba. Tecnología Química Vol.43, no. 3, sept.-dic., 2023
- Bocchiola, D., Nana, E., Soncini, A., 2013. Impact of climate change scenarios on crop yield and water footprint of maize in the Po valley of Italy. Agric. Water Manag. 116, 50-61.
- Cabello, J.J., Sagastume, A., Lopez, B.E., Vandecasteele, C. Hens, L. (2016) Water Footprint from Growing Potato Crops in Cuba. Tecnología y Ciencias del agua Vol. VII No. 1 Enero-Febrero 2016, pp 197-116
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., Gautam, R. (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Ecological Economics 60 No. 1 (2006), 186-203.
- Chenoweth, J., Hadjikakou, M., Zoumides, C. 2014. Quantifying the human impact on water resources: a critical review of the water footprint concept. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 2325-2342, 2014.
- Deepa, R., Aavudai Anandhi y R. Alhashim (2021) Volumetric and Impact-Oriented Water Footprint of Agricultural Crops: A Review Ecological Indicators 130 (2021) 108093
- Dekamin, M., Barmaki, M., kanooni, A., 2018. Selecting the best environmental friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. J. Cleaner Prod. 198, 1239-1250.
- Esmailzadeh, S., Asgharipour, M.R., Khoshnevisan, B., 2020. Water footprint and life cycle assessment of edible onion production: a case study in Iran. Sci. Hortic. 261, 108925. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108925>.
- Fader, M., Gerten, D., Thammer, M., Heinke, J., Lotze-Campen, H., Lucht, W., Cramer, W., 2011. Internal and external green-blue agricultural water footprints of nations, and related water and land savings through trade. Hydrol. Earth Syst. Sci. 15 (5), 1641-1660.
- García, H.Y., Estimación de la huella hídrica de consumo pecuario en la cuenca hidrográfica del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba Rev. Protección Veg. Vol. 30 Número Especial (diciembre, 2015): 175 ISSN: 2224-4697
- Guía para el cálculo de la Huella Hídrica. Huella Hídrica de Productos, Servicios y Organizaciones. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Infraestructures, (s.f.)
- Hoekstra A.Y. 2003. Virtual Water. An Introduction. En: Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water Trade. Value of Water Research Report Series No.12. Delft, The Netherlands:UNESCO-IHE Institute for Water Education. p. 13-23.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Mekonnen, M.M., Aldaya, M.M., 2011. The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard. Earthscan Ltd, London, UK.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
- Hoff, H., Falkenmark, M., Gerten, D., Gordon, L., Karlberg, L., Rockstrom, J., 2010. Greening the global water system. J. Hydrol. 384 (3-4), 177-186.
- Hossain, I., Imteaz, M., Khastagir, A. 2020. Water footprint: applying the water footprint assessment method to Australian agriculture. J. Sci Food Agric 2021. DOI [10.1002/jsfa.11](https://doi.org/10.1002/jsfa.11)
- Ibidihi, R., Salem, B.H. 2020. Water footprint of livestock products and production systems: a review. Animal Production Science, 2020, 60, 1369-1380.



- Lovarelli, D., Ingrao, C., Fiala, M., Bacenetti, J., 2018. Beyond the Water Footprint: A new framework proposal to assess freshwater environmental impact and consumption. *J. Cleaner Prod.* 172, 4189-4199.
- Marzullo, R.D.C.M., Matai, P.H.L., Morita, D.M., 2018. New method to calculate water ecotoxicity footprint of products: a contribution to the decision-making process toward sustainability. *J. Cleaner Prod.* 188, 888-899.
- Montalván, E., Aguilera, C.Y., Brigido, F.O., Veitía, R.E. Rodríguez, L. L. (2019) Procesos de contaminación-purificación en aguas superficiales afectadas por el vertimiento de efluentes de una telería. *Rev Cub Quim* vol.31 no.1 Santiago de Cuba ene.-abr. 2019
- Núñez, T.E., Alvarez, A.A., Hechavarria, D.L. 2023. Estudio de indicadores para evaluar la huella hídrica operacional en hoteles de ciudad del destino turístico La Habana. *Retos Turísticos*, Vol. 22, No. 1: e-5985, enero-diciembre, 2023.
- Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W., Rohwer, J., Schaphoff, S., 2008. Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. *Water Resour. Res.* 44 (9) <https://doi.org/10.1029/2007WR006331>.
- Vanham, D., Bidoglio, G. 2013. A review on the indicator water footprint for the EU18. *Ecological Indicators* 26 (2013) 61-75.
- Vázquez del Mercado, Rita, Buenfil, R. M.O. 2012. Huella Hídrica de América Latina: Retos y Oportunidades. *Aqua-LAC - Vol. 4 - N° 1 - Mar. 2012.* pp. 41 - 48.
- Wang, Q., Huang, K., Liu, H., Yu, Y. 2023. Factors affecting crop production water footprint: A review and meta-analysis. *Sustainable Production and Consumption* 36 (2023) 207-216