

# El recurso invisible que impacta nuestra vida diaria

Pilar Rodríguez Arcos, Paola Montalvo García



# Agua virtual

## Introducción

El agua es un recurso único y fundamental conocido como “oro azul”. Lamentablemente, en estos tiempos la cantidad de agua disponible para consumo es limitada, lo cual lo convierte en un bien preciado para la vida, las sociedades y la economía. El agua presenta diferentes formas, no siempre visibles a simple vista. Por un lado, tenemos el agua que podemos ver en los ríos, lagos y mares. Por otro lado, existe un tipo de agua que no se puede ver directamente, conocida como agua virtual.

En México, el consumo promedio de agua por persona al año es de 1,441 m<sup>3</sup>, lo que supera en casi 200 litros por arriba del promedio mundial, que es de 1,240 m<sup>3</sup> (SIAP, 2016)

El 4% del agua que utilizamos directamente para beber, asearse y realizar tareas domésticas representa solo una pequeña parte de nuestro consumo total. El restante 96% corresponde al uso indirecto del recurso hídrico (figura 1). Este uso indirecto se da cuando consumimos alimentos o productos, ya que en su elaboración se empleó agua.

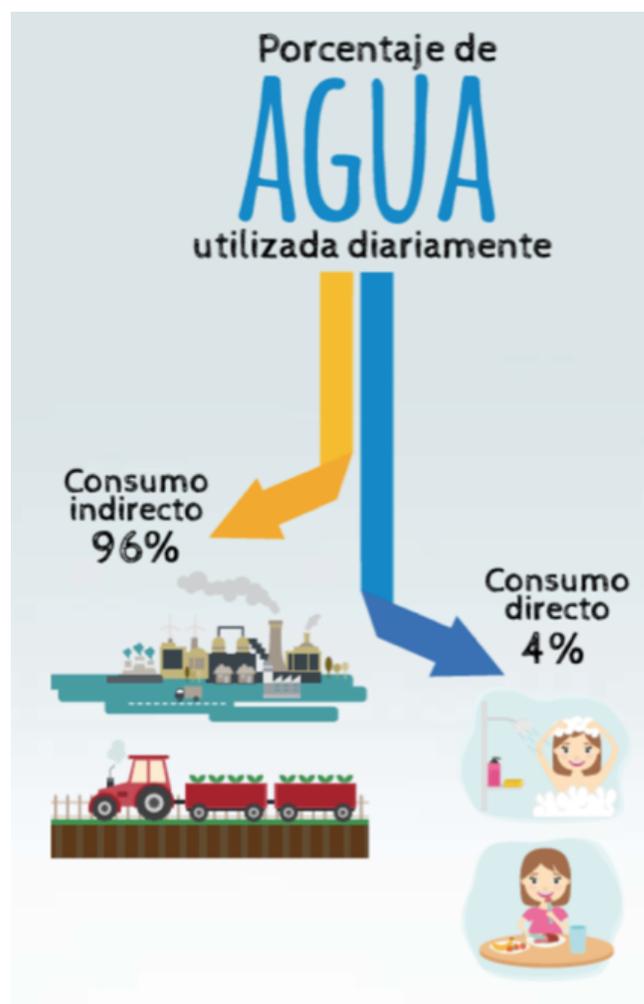


Figura 1. El agua que no vemos (CONAGUA, S/F)

## Agua virtual y huella hídrica

El concepto de agua virtual fue creado por el geógrafo John Anthony Allan profesor de la Universidad de Londres en 1993 y se refiere al volumen de agua consumida o contaminada de modo directo e indirecto para producir alimentos, productos industriales y otros bienes o servicios (Works, 2023). El adjetivo “virtual” se refiere al hecho de que el producto contiene solo una parte del agua empleada para su producción (Rodríguez-Tapia *et al.*, 2016).

El término Agua virtual se usa básicamente en el comercio mundial, porque los países con poco acceso importan productos que requieren mucha agua para producirlo, un ejemplo es el trigo. Así, aunque no la vemos directamente está presente en cada taza de café, en la camiseta o vestido que nos ponemos a diario también es el agua utilizada en los procesos de fabricación y transporte. Pero ¿Cómo la podemos llegar a visualizar mejor?

El agua virtual no solo considera el agua contenida directamente en el producto final, sino también el agua que se utiliza de manera indirecta durante todo el proceso de producción. Para calcular el agua virtual asociada a la producción y consumo de un producto, es necesario tener en cuenta el agua utilizada para producir las materias primas, así como el agua residual generada durante esos procesos o el agua consumida por los servicios indirectos necesarios para la producción (Parada-Puig, 2012).

Un ejemplo sería la cantidad de agua involucrada en la producción de un kilogramo de carne de res (figura 2). No solo se considera el agua que contiene la propia carne para hamburguesa sino también la que bebe el animal durante su vida, la empleada en el mantenimiento para la producción de su alimentación y la contaminada durante todos los procesos industriales y de transporte. Por lo tanto, para generar 1 kilogramo de carne de res se necesita consumir 16,000 litros de agua (En estado Crudo, 2020)



Figura 2. El consumo de agua virtual para la carne de res (Rodríguez y Montalvo, 2024).

## Comprendiendo el uso del agua

Por otra parte, está el término de huella hídrica (HH) que se refiere a la cantidad total de agua utilizada por una persona, país o región en diversas actividades, así como la necesaria para producir bienes y servicios. Este concepto fue introducido por Arjen Hoekstra, profesor de la UNESCO, en 2002, y nos permite entender cuánta agua aprovechamos a nivel individual, de grupo o incluso a escala global (SIAP, 2016).

La huella hídrica es un indicador que se usa para determinar el consumo de agua a nivel individual, local, nacional o particular a determinados negocios. En México, la huella hídrica promedio es de 1,978 m<sup>3</sup> por habitante al año (figura 3), y el 86 % consiste en productos alimenticios y bebidas (Foro Mar de Cortés, 2022; CONAGUA, 2015). Pero ¿cómo se calcula esta huella?

Para realizar este cálculo, es necesario considerar la cantidad de “agua virtual” presente en cada producto y servicio, abarcando desde la materia prima hasta los procesos de fabricación y distribución. Basta sumar el agua azul, verde y gris, utilizada dentro de todo el proceso de elaboración (figura 4).

1. **Agua azul:** Proviene de fuentes superficiales (ríos, lagos, arroyos) o subterráneas (acuíferos).
2. **Agua verde:** Se refiere al agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad.
3. **Agua gris:** Surge durante los procesos de producción y puede estar contaminada (IMTA, 2019).



**Figura 3.** Huella hídrica en México, EUA y China (CONAGUA 2015)



**Figura 4.** Cálculo de la huella hídrica (Rodríguez y Montalvo, 2024)

El análisis de la huella hídrica nos permite visualizar el uso oculto del agua y señala la ruta que sigue a través de un producto, proceso, industria, consumidor, cuenca, estado o país. Esto nos brinda la oportunidad de evaluar su sostenibilidad y determinar cómo y dónde el consumo en un lugar afecta los recursos hídricos en otro sitio. Por lo tanto, es crucial reconocer que los problemas relacionados con el agua

no pueden resolverse únicamente mediante su gestión. La Huella Hídrica representa un nuevo indicador del uso humano del agua dulce, que no solo considera el volumen de agua directa o indirectamente utilizado para producir algo, sino también identifica dónde y cuándo se utilizó y qué tipo de agua se empleó.



**Huella hídrica de un par de pantalones es 1,100 litros.**

Figura 5. El agua que no se ve en los pantalones de mezclilla (Rodríguez y Montalvo, 2024)

Un ejemplo de huella hídrica es el proceso de fabricación de los pantalones de mezclilla que usamos a diario. Estos pantalones se elaboran a partir de algodón peinado o cardado, que proviene de las semillas de algodón. Antes de que el producto final llegue a manos del consumidor, pasa por una serie de etapas y productos intermedios. Primero, el algodón se convierte en hilacha (obteniendo solo 350 kg de hilacha a partir de 1000 kg de semillas de algodón). Luego, después del cardado, hilado y tejido, obtenemos tela gris (donde 1000 kg de hilacha producen solo 900 kg de tela gris). Posteriormente, la tela se somete a un tratamiento húmedo que incluye blanqueado y pigmentación. Finalmente, se convierte en un textil de algodón estampado. Para llevar a cabo el blanqueo, se requieren aproximadamente 30 m<sup>3</sup> de agua por tonelada, mientras que para el estampado se necesitan 140 m<sup>3</sup> por tonelada. La huella hídrica promedio de un par de pantalones de mezclilla de 1 kilogramo hechos de algodón estampado es de 1,100 litros (figura 5).

Conocer el agua virtual de la producción de los insumos que empleamos, puede ser una herramienta útil para reducir la huella hídrica. Por ejemplo, el agua virtual empleada en la elaboración de una hamburguesa con carne de res, jitomate, queso, catsup, lechuga y pan (tabla 1) es alrededor de 24000 litros distribuidos de la siguiente manera (Agrelo, 2014).

**Tabla 1.**

*Consumo de agua virtual para la elaboración de una hamburguesa*

Ingrediente	Agua virtual (L)
Carne (150 g)	2310
Pan (60 g)	36
Queso (1 rebanada)	17.4
Lechuga (28 g)	6.72
Jitomate (75 g)	15
Kétchup (1 sobre)	7

Como se muestra en la tabla 1, la mayor cantidad de agua virtual se emplea para la producción de la carne de nuestra hamburguesa, pero que pasaría si en lugar de preparar una hamburguesa tradicional, preparamos una hamburguesa vegetariana a base de champiñones o Tofú.

Para producir 150 g de champiñón se requiere de 3 litros de agua y para la misma cantidad de soja 300 litros, alrededor de 8 veces menos agua que para producir el trozo de carne de nuestra hamburguesa. Lo que implica que, producir un kilogramo de carne requiere 5 a 20 veces más agua que para producir los cereales. Esto debido a que el agua virtual para la producción de carne se debe sumar el agua empleada para cultivar y producir el alimento que consumirá el animal.

Es importante mencionar que el agua virtual empleada en la producción dependerá del lugar, el momento y de la eficiencia en el uso del agua durante toda la producción. Es decir, no es la misma cantidad de agua virtual la que se emplea para producir una tonelada de trigo en un país árido que la empleada en un país húmedo. Tampoco es la misma agua virtual calculada de un producto consumido en el país de origen que si este es transportado y consumido al otro lado del mundo, ya que se debe añadir el agua requerida para la conservación y transporte.

Algunos ejemplos de agua virtual empleada en la producción de diversos productos, para producir un kilogramo de café tostado, se requieren 21000 litros, para una taza de café 7 gramos, resultado de un requerimiento de 140 litros por taza ahora que, si en su lugar preparamos una taza de té, este requiere de 30 litros para 250 mililitros para una taza, cien litros menos que la taza de café. Otros ejemplos se muestran en la figura 6.

Producto	Cantidad de agua utilizada	Producto	Cantidad de agua utilizada
 Jugo natural de naranja (200ml)	50 Litros	 1 Manzana	70 Litros
 Jugo procesado	170 Litros	 1 Pizza	1,259 Litros
 1 Papa de 100 g.	25 Litros	 1 Kilo de arroz	3,000 Litros
 1 Bolsa de papas fritas de 100 g.	5 Litros	 1 Kilo de maíz	450 Litros
 1 Litro de leche	1,000 Litros	 1 Hamburguesa	2,400 Litros
 1 Taza de té 250 ml.	35 Litros	 1 Kilo de carne de res	16,000 Litros

**Figura 6.** Agua virtual empleada en diversos productos (CONANP, S/F)

Como lo has notado, el cerrar la llave del agua cuando te cepillas los dientes, o ahorrar agua al bañarte no son las únicas acciones útiles para cuidarla. El conocer la cantidad de agua virtual empleada en la elaboración de los productos que empleamos nos brinda un indicador del agua que estamos consumiendo y de nuestra huella hídrica.

Para un mejor cuidado del agua es recomendable que en adelante, te familiarices con los datos de agua virtual que se requiere para producir objetos que comúnmente utilizas. Además, consumir los productos que se generan en tu país o localidad, variar el consumo de alimentos reduciendo en la medida de lo posible el consumo de carne y, sobre todo, al momento de comprar objetos nuevos, preguntar antes, si en verdad es necesaria la compra.

## Referencias

- Agrelo, M. (2014). ¿Cuánta agua te comes en una hamburguesa? <https://www.eco-huella.com/2014/05/cuanta-agua-te-comes-con-una-hamburguesa.html>
- CONAGUA (S/F). Hídrica ¿Para qué sirve el agua?
- CONAGUA (2015). El agua en México. Cuaderno de divulgación ambiental.
- CONANP (s/f). Calculemos nuestro consumo de agua virtual. *Dinámica Agua Virtual.pdf* (conanp.gob.mx)
- En Estado Crudo. (2020, May 28). Qué es el agua virtual y ejemplos de consumo de agua en productos. <https://www.enestadocrudo.com/agua-virtual/>
- Foro Mar de Cortés. (2022, November 25) Huella hídrica ¿qué es y por qué es importante medirla? <https://forumdc.org/ecosistemas/huella-hidrica-que-es-y-por-que-es-importante-medirla/>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (30 julio de 2019). Huella hídrica. <https://www.gob.mx/imta/articulos/huella-hidrica>
- Kuna bbk (s/f). 4.000 litros de agua para obtener un kilo de arroz. <https://kuna.bbk.eus/4-000-litros-de-agua-para-obtener-un-kilo-de-arroz/>
- Parada - Puig, G. (2012). El agua virtual: conceptos e implicaciones. *Orinoquia*, 16(1), 69-76. <https://www.redalyc.org/pdf/896/89625076001.pdf>
- Pengue, W. A. (s/f). "Agua virtual", agronegocio sojero y cuestiones económico-ambientales futuras... (\*). <https://www.icaa.gov.ar/Documentos/Ingenieria/agua-virtual.pdf>
- Rodríguez-Tapia, L., Morales-Novelo, J., A., Sosa-Rodríguez, F., S., Altamirano-Cabrera, J., C., y Torres-Ayala, F. (2016). Agua virtual en un marco insumo-producto para la cuenca del Valle de México. Vol. 7, No. 2. Agua virtual en un marco insumo producto para la cuenca del valle de México | Request PDF (researchgate.net)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (02 MAYO DE 2016) La huella hídrica, el agua que usamos. <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-huella-hidrica-el-agua-que-usamos>
- Works, E. (2023). Agua virtual: el legado de J. Anthony Allan. <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/agua-virtual-el-legado-de-j-anthony-allan-kRs7>

-----

**M en E. Pilar Rodríguez Arcos.** Profesora en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente. Participó en los programas de Jóvenes a la Investigación y el en grupo Club de Química del mismo plantel. Ha participado en Seminarios Centrales para la revisión y ajustes de los Programas de Estudio. Email: pilar.rodriguez@cch.unam.mx

**M en A. Paola Montalvo García.** Profesora de educación básica y media superior en Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente. He participado en la publicación de artículos para la educación en la rama de la gestión educativa. Actualmente imparto la asignatura de química I y II. He colaborado en grupos de investigación con alumnos denominado club de química. Email: paola.montalvogarcia@cch.unam.mx