



Quinto  
Congreso Nacional  
de Riego y Drenaje  
**COMEII-AURPAES 2019**

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



**Artículo: COMEII-19059**

*Mazatlán, Sin., del 18 al 20*

*de septiembre de 2019*

## **FLUJO DE AGUA VIRTUAL A 25 AÑOS DEL TLCAN: IMPACTOS HÍDRICOS EN UN CONTEXTO DE CALENTAMIENTO GLOBAL**

**José Antonio Quevedo Tiznado<sup>1\*</sup>; Carlos Fuentes Ruiz<sup>1</sup>; José Agustín Breña Naranjo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550. México.

jose\_quevedo@tlaloc.imta.mx - 777 623 3600 (\*Autor de correspondencia)

### **Resumen**

El agua virtual es un concepto introducido a finales del siglo pasado que da cuenta de la cantidad de agua necesaria para producir mercancías. Este concepto se ha utilizado bajo la hipótesis de que el flujo comercial entre países puede ayudar a mitigar la presión hídrica en lugares donde se cultivan y consumen productos con altos requerimientos de agua, pero con poca disponibilidad del recurso. El acuerdo comercial firmado entre México, Estados Unidos y Canadá, conocido como Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que entró en vigor el 01 de enero de 1994, incluyó lo referente al sector agrícola, con lo que se intensificó el flujo de agua virtual entre estos países. En este trabajo se hace una revisión del impacto hídrico que ha tenido la apertura comercial de México a casi 25 años del TLCAN (1994-2018), en particular a lo referente al sector hidroagrícola en un contexto de calentamiento global. Para ello se analizaron los datos históricos de exportaciones e importaciones, estadísticas agrícolas en Distritos de Riego y de Temporal, Unidades de Riego, además de la información meteorológica disponible. Como resultado de dicho análisis, se observa que los flujos de agua virtual se inclinan, en el caso de México, hacia la importación sin que esto haya impactado favorablemente en el régimen hídrico del país.

**Palabras claves:** huella hídrica, apertura comercial, agua virtual



## Introducción

El agua virtual es un concepto introducido a finales del siglo pasado que da cuenta de la cantidad de agua necesaria para producir mercancías (Allan, 1998). Dicho concepto parte de la hipótesis que el comercio mundial puede ayudar a disminuir el estrés hídrico en lugares donde se cultivan y consumen productos con altos requerimientos de agua pero con poca disponibilidad del recurso.

En este contexto, el 01 de enero de 1994 entro en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), firmado entre Estados Unidos, México y Canadá. Hoy en día, se encuentra en negociaciones la firma de un nuevo acuerdo comercial.

En México el concepto de agua virtual fue introducido hace poco más de una década por Arreguín *et al.* (2007). En su investigación, estos autores determinan que en 2006 el país importó alrededor de 35 mil millones  $m^3$  de agua virtual y que importó poco más de 5 mil millones  $m^3$ , es decir el volumen neto importado fue de casi 30 mil millones  $m^3$ . También señalan que está tendencia ha sido creciente a partir del año 2000.

Sin embargo, como señalan Hernández-Amezcuca y Santos-Baca (2016), el hecho de que México sea un importador de agua virtual es una circunstancia accidental ya que no se utiliza en forma explícita este concepto dentro de las políticas hídricas de comercio internacional. Dichos autores analizaron el intercambio de agua virtual en el comercio de alimentos en el contexto del TLCAN, concluyendo que la inclusión del tema agrícola en el Tratado la producción y consumo nacional de alimentos se ligó estrechamente con el mayor productor mundial, lo que modificó los usos y estrés hídrico en algunas regiones del país.

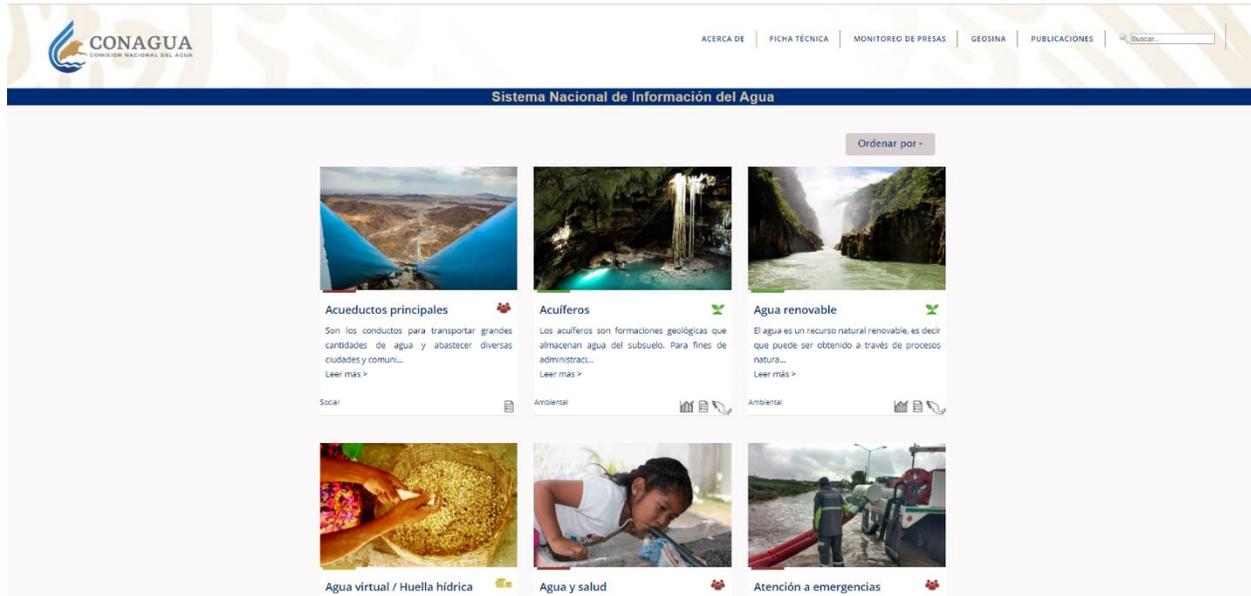
Un dato de gran relevancia en el trabajo de Arreguín y cols. (2017), es el que destacan sobre los tres productos con los que se importó en 2006 el 83% del agua virtual, a saber: cereales con 11.83  $km^3$ ; carnes y despojos comestibles por 9.92  $km^3$ ; semillas y frutos 7.44  $km^3$ . En este artículo se analiza la evolución de la importación de agua virtual con los países del TLCAN a través de los productos antes mencionados durante el periodo 2003-2017.

## Materiales y Métodos

### Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)

El Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) es el sistema institucional de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a cargo de la Subdirección General de Planeación, a través de la Gerencia de Coordinación Interinstitucional (Figura 1). El SINA integra y publica información estadística y geográfica del sector hídrico con información proveniente de diversas áreas de CONAGUA y de otras instituciones (CONAGUA, 2019). Uno de sus “tableros temáticos” es el referente al “Agua virtual / Huella hídrica”, conceptos que define como:

“El agua virtual se define como la cantidad total de agua que se requiere para obtener un producto, lo cual incluye el agua utilizada durante el cultivo, el crecimiento, procesamiento, fabricación, transporte y venta de los productos. La huella hídrica de un país se refiere al volumen total del agua que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país.”



**Figura 1.** Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA, 2019).

En este tema el SINA proporciona los volúmenes de Exportación Agua Virtual (AVE), Importación Agua Virtual (AVI) e Importación Neta de Agua Virtual (AVIN) -es decir la diferencia entre AVI y AVE- en millones de metros cúbicos por año, del periodo 2000-2017. Además, se da a conocer el promedio de la Huella Hídrica durante los años 1996-2015 de México y otros países (Hoekstra y Chapagain, 2008).

### **Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI)**

De acuerdo con la metodología propuesta por Arreguín *et al.* (2007), para cuantificar los volúmenes de Agua Virtual se consultan los datos del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SE, 2019). Este sistema proporciona información normativa, importaciones, exportaciones y la evolución de la fracciones arancelaria (Figura 2) por mes, año y país. Para obtener la cantidad de agua requerida en la producción de una mercancía se utilizaron Índices de Demanda de Agua (IDA) en metros cúbicos por unidad producida (CNA-IMTA, 1998-1999; *Department for International Development*, 2003). Entonces, multiplicando las cantidades de productos por el índice promedio de demanda de agua, se obtiene la cantidad de Agua Virtual por cada capítulo arancelario.

## Estadísticas agrícolas

Es un instrumento elaborado por la CONAGUA para el seguimiento metas como el incremento de la producción agrícola y el uso eficiente del agua, el cual contiene información de superficie sembrada, cosechada, de rendimiento, producción, precio medio rural y valor de la producción dentro de las Unidades de Riego y Distritos de Riego; en estas últimas también se incluyen los volúmenes de agua totales usados para el riego de cultivos, extraídos de las fuentes de abastecimiento (CONAGUA, 2018).



Figura 2. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SE, 2019).

En cuanto a Unidades de Riego las estadísticas se han publicado desde el ciclo agrícola 2005-2006 hasta el 2016-2017; mientras que en Distritos de Riego se tienen registros desde 2011-2012 hasta 2016-2017. En los Distritos de Temporal Tecnificado la publicación de las estadísticas no ha sido constante, se tienen registros digitales de los años agrícolas 2010, 2012, 2014 y 2017.

## Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)

Es una herramienta electrónica desarrollada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SADER para la difusión de la información anual agropecuaria y pesquera (Figura 3); se constituye como un instrumento eficaz en la generación de reportes estadísticos actuales e históricos, acorde a los requerimientos de los usuarios y consta de los módulos agrícola, pecuario y pesquero (SADER, 2019). El primero puede consultarse por estado o municipio, cuenta con información de todos los cultivos de seguimiento nacional, por ciclo y modalidad hídrica. El módulo pecuario reporta las especies-producto bovino: carne y leche; porcino: carne; ovino: carne y lana sucia; caprino: carne y leche; ave: carne y huevo para plato; guajolote: carne; abeja: miel y cera. El último módulo abarca las siguientes variables: volumen de peso vivo y peso desembarcado, precio a pie de playa y el correspondiente al valor de la producción.



## Resultados y Discusión

Derivado de la consulta en el SINA en lo referente a Agua Virtual (Cuadro 1), se obtuvieron las series históricas de flujo de Agua Virtual del periodo 2000-2017 mostradas en las Figura 4. En cuanto a la importación de Agua Virtual, en la distribución por productos se distinguen los agrícolas, animales e industriales (Cuadro 2 y Figura 5). La Huella Hídrica del país se cuantifica para el periodo 1996-2015 y se compara con la de otros países (Cuadro 3).

Las series históricas de flujo de Agua Virtual (Figura 4) indican que continúa la tendencia creciente en la importación neta de volúmenes, como en su momento lo determinaron Arreguín *et al.* (2007). De hecho, esta tendencia se incrementó significativamente de 2014 a 2017 a pesar del aumento de más del 100% en la exportación de Agua Virtual, lo que indica una mayor dinámica comercial en el país durante esos años. Al revisar la gráfica de la Figura 5, se aprecia que este crecimiento se debe a un incremento histórico de las importaciones netas de Agua Virtual en productos industriales que pasó de 3.1 km<sup>3</sup> en 2014 a 18.1 km<sup>3</sup> de 2017. Los productos agrícolas abonan poco a este aumento pasando de su mínimo histórico en 2013 de 7.7 a 10.6 km<sup>3</sup>; este último volumen es aún menor que el registrado en el año 2000, año en el que inicia una tendencia fluctuante que alcanza su máximo en 2011 con 18.0 km<sup>3</sup>. En cuanto a los productos animales, la fluctuación ha sido menor, registrando un promedio de 9.7 km<sup>3</sup>, un máximo de 12.1 en 2016 y un mínimo de 7.5 km<sup>3</sup> al inicio de la serie.

Para el periodo de estudio -exceptuando 2017-, se han detectado tres productos que por sí solos representan por lo menos el 80% de la importación de Agua Virtual: carnes y despojos comestibles, cereales y semillas y frutos; es decir los capítulos 2, 10 y 12 del SIAVI. En la gráfica de la Figura 6 se muestra la evolución de los volúmenes de Agua Virtual que representan estos productos.

Hasta ahora se analizaron los flujos de Agua Virtual de manera general, sin diferenciar el país de origen y destino de las importaciones y exportaciones, respectivamente. A continuación se presentan los resultados del análisis de importación de agua virtual que hace México con los países del TLCAN en los capítulos 2, 10 y 12 del SIAVI. En las Figuras 7 a Figura 9 se compara el total del AVI de cada capítulo con los volúmenes que corresponden a las importaciones hechas con Estados Unidos de América (EUA) y Canadá. Derivado de esta comparación se determina que es el intercambio con estos países el que domina la importación de agua virtual, la cual representa en el menor de los casos cerca del 90% del volumen importado. Cabe señalar que es EUA quien predomina en los flujos de agua y la participación de Canadá es mínima.

Los resultados de este análisis ratifican la vocación de México como país importador de agua virtual, tendencia que había sido identificada desde 2007 (Arreguín *et al.*, 2007). Sin embargo, esta situación no se ha visto reflejada en un amortiguamiento del estrés hídrico del país, así lo muestra por ejemplo los volúmenes concesionados para el conjunto de los Distritos de Riego durante el periodo que aquí se analiza (Figura 10), los cuales coincidentemente son el orden de magnitud de los volúmenes de AVIN.

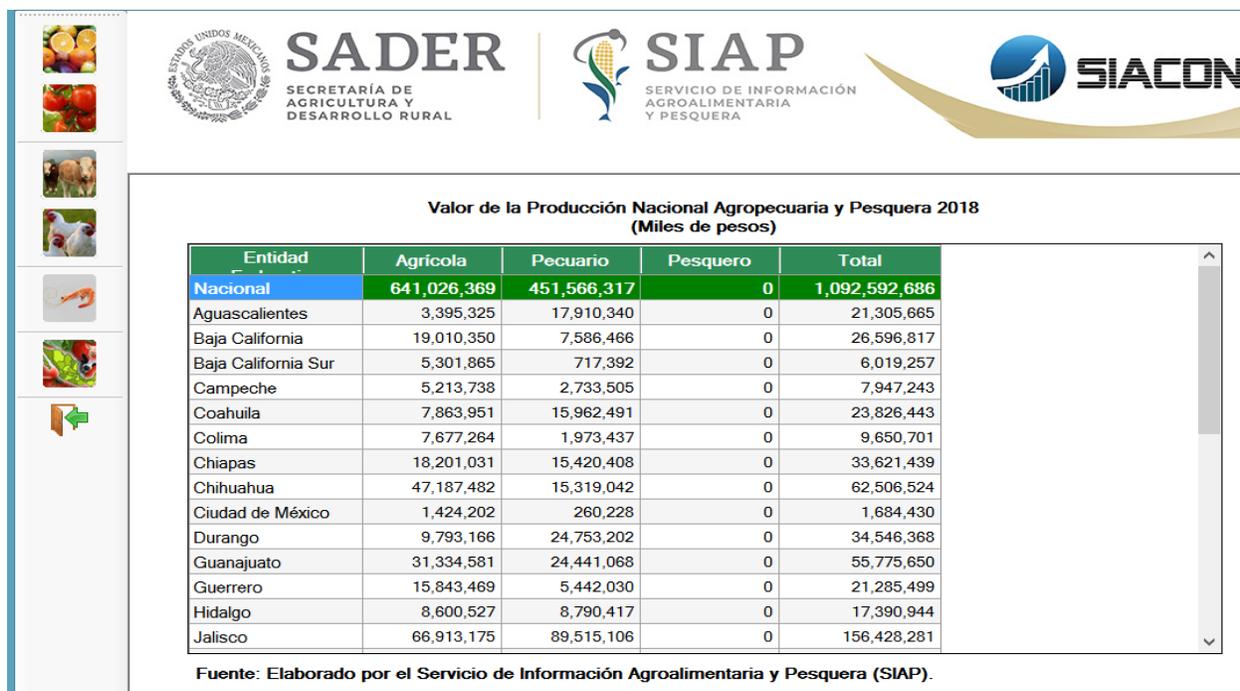


Figura 3. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SADER, 2019).

Cuadro 1. Volúmenes de flujo de agua virtual: exportaciones, importaciones e importación neta, en miles de millones de metros cúbicos (SINA, 2019)

Año	Exportación Agua Virtual (AVE)	Importación Agua Virtual (AVI)	Importación Neta de Agua Virtual (AVIN)
2000	4,461	24,304	19,843
2001	4,045	26,864	22,819
2002	4,022	27,596	23,574
2003	4,488	28,617	24,129
2004	5,251	31,405	26,154
2005	5,884	30,097	24,213
2006	5,396	35,255	29,859
2007	5,936	33,977	28,041
2008	6,961	34,601	27,640
2009	6,655	34,812	28,157
2010	7,649	37,197	29,548
2011	7,958	36,294	28,336
2012	9,335	34,958	25,623
2013	10,070	34,922	24,852
2014	9,136	31,395	22,259
2015	9,851	37,281	27,430
2016	11,412	42,175	30,763
2017	22,991	60,348	37,357

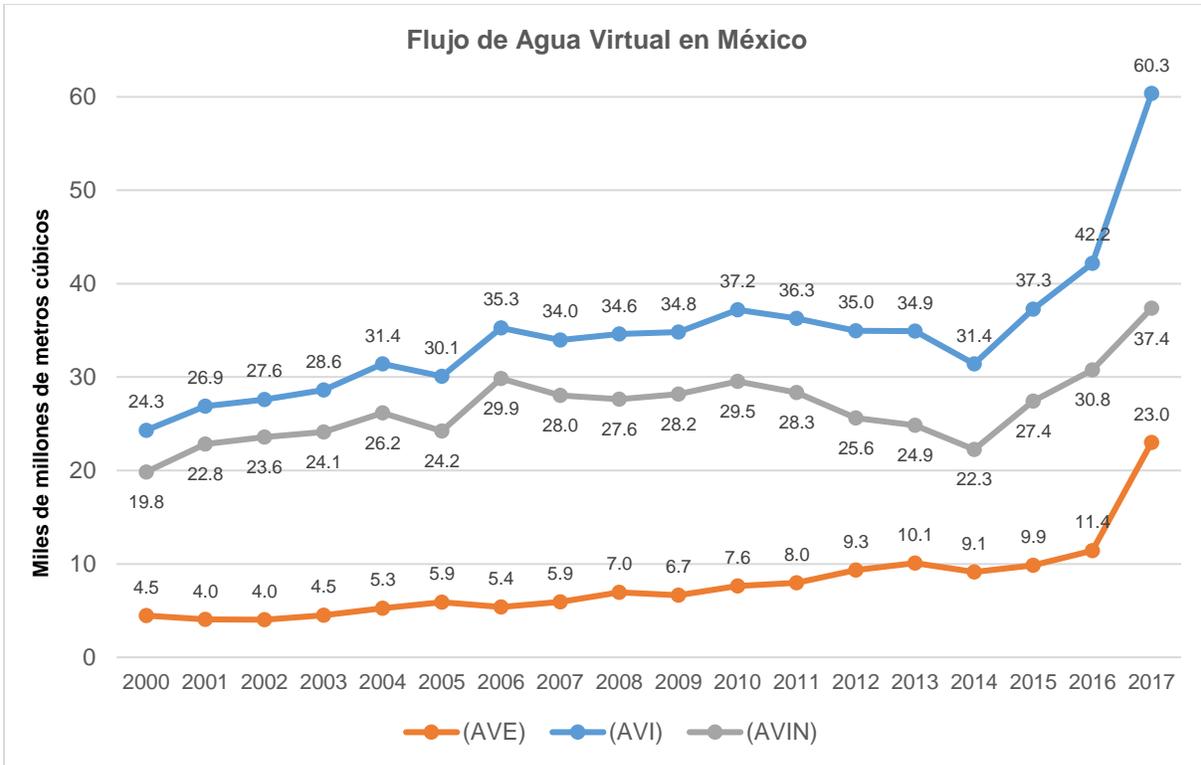
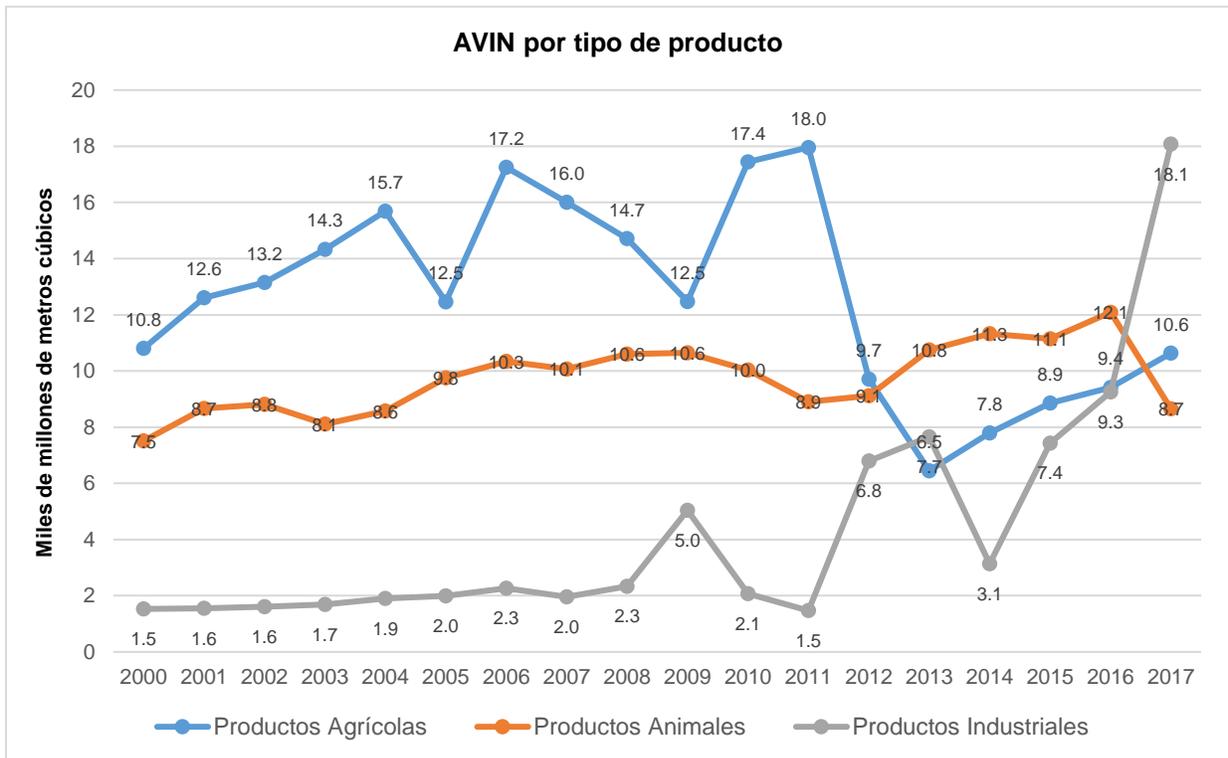


Figura 4. Flujo de Agua Virtual durante el periodo 2000-2017 (SINA, 2019).

Cuadro 2. Importación de Agua Virtual Neta por producto (SINA, 2019)

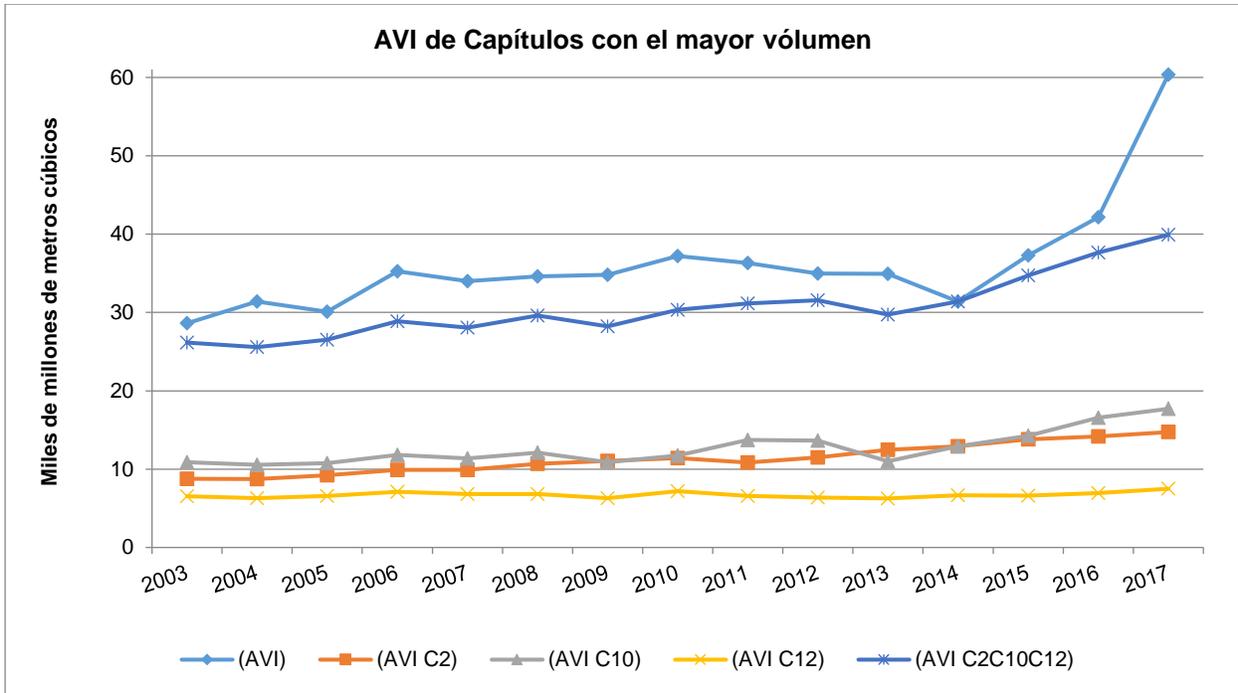
Año	Productos Agrícolas	Productos Animales	Productos Industriales	Total
2000	10,801	7,510	1,532	19,843
2001	12,603	8,666	1,550	22,819
2002	13,151	8,816	1,607	23,575
2003	14,333	8,112	1,685	24,129
2004	15,683	8,571	1,899	26,154
2005	12,464	9,755	1,994	24,213
2006	17,246	10,346	2,268	29,859
2007	16,006	10,075	1,960	28,041
2008	14,711	10,601	2,329	27,640
2009	12,470	10,646	5,037	28,153
2010	17,441	10,037	2,069	29,548
2011	17,959	8,908	1,469	28,336
2012	9,704	9,121	6,798	25,623
2013	6,450	10,750	7,652	24,852
2014	7,788	11,330	3,140	22,259
2015	8,855	11,145	7,430	27,430
2016	9,418	12,090	9,255	30,763
2017	10,633	8,650	18,074	37,357



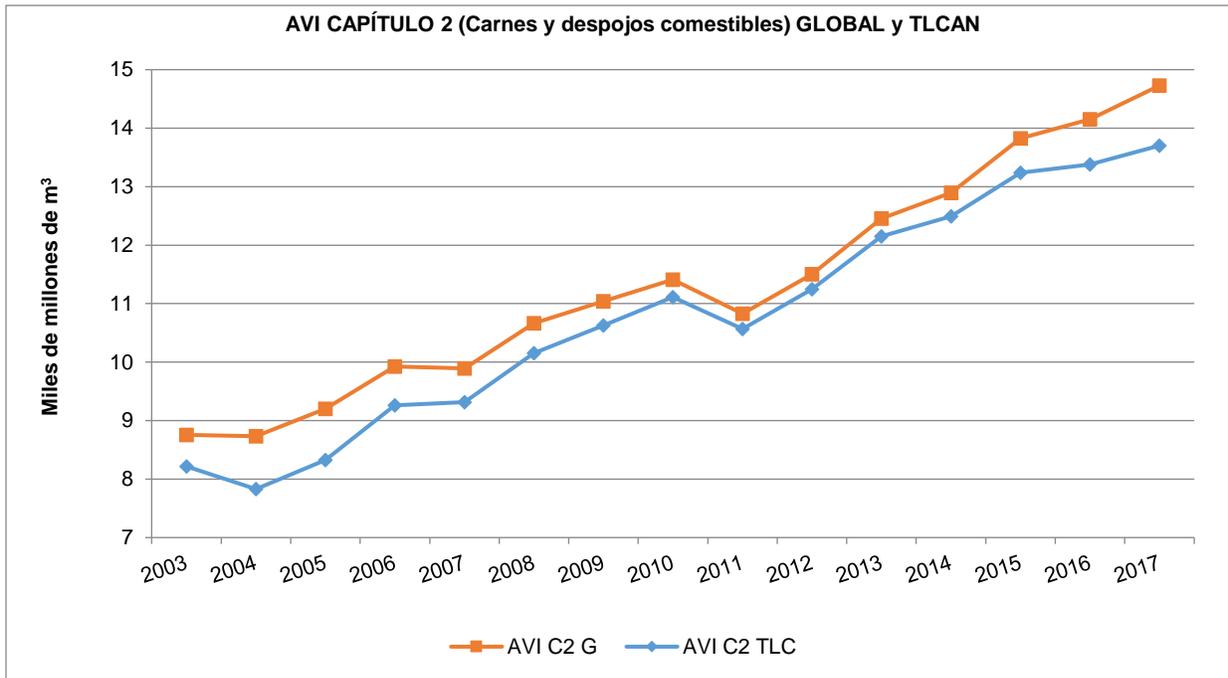
**Figura 5.** Importación Neta de Agua Virtual durante el periodo 2000-2017 por tipo de producto (SINA, 2019).

**Cuadro 3.** Valor promedio de Huella Hídrica de algunos países durante el periodo 1996-2015 (SINA, 2019).

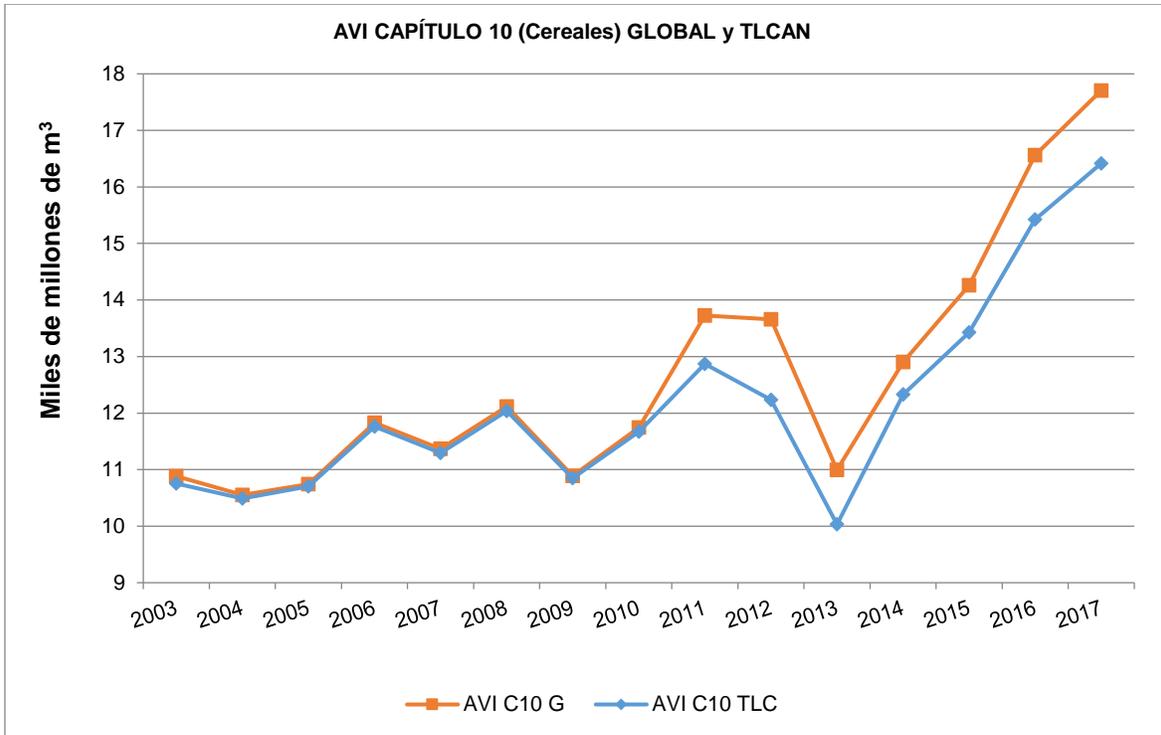
País	Huella Hídrica (m <sup>3</sup> /persona/año)
Estados Unidos de América	2,842.50
España	2,461.30
Canadá	2,333.30
Australia	2,314.60
Brasil	2,027.10
México	1,978.00
Francia	1,785.60
Turquía	1,642.00
Sudáfrica	1,255.30
India	1,088.80
China	1,071.10



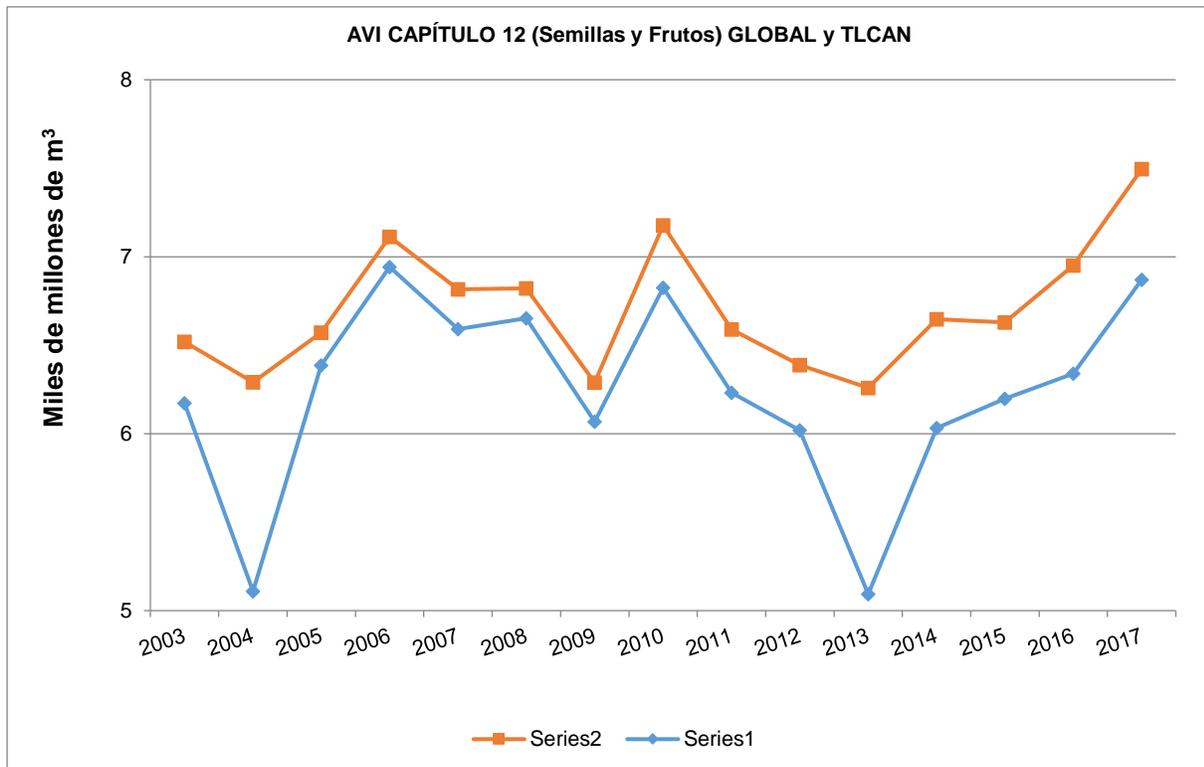
**Figura 6.** Importación de Agua Virtual durante el periodo 2003-2017 por Capítulo (SIAVI, 2019).



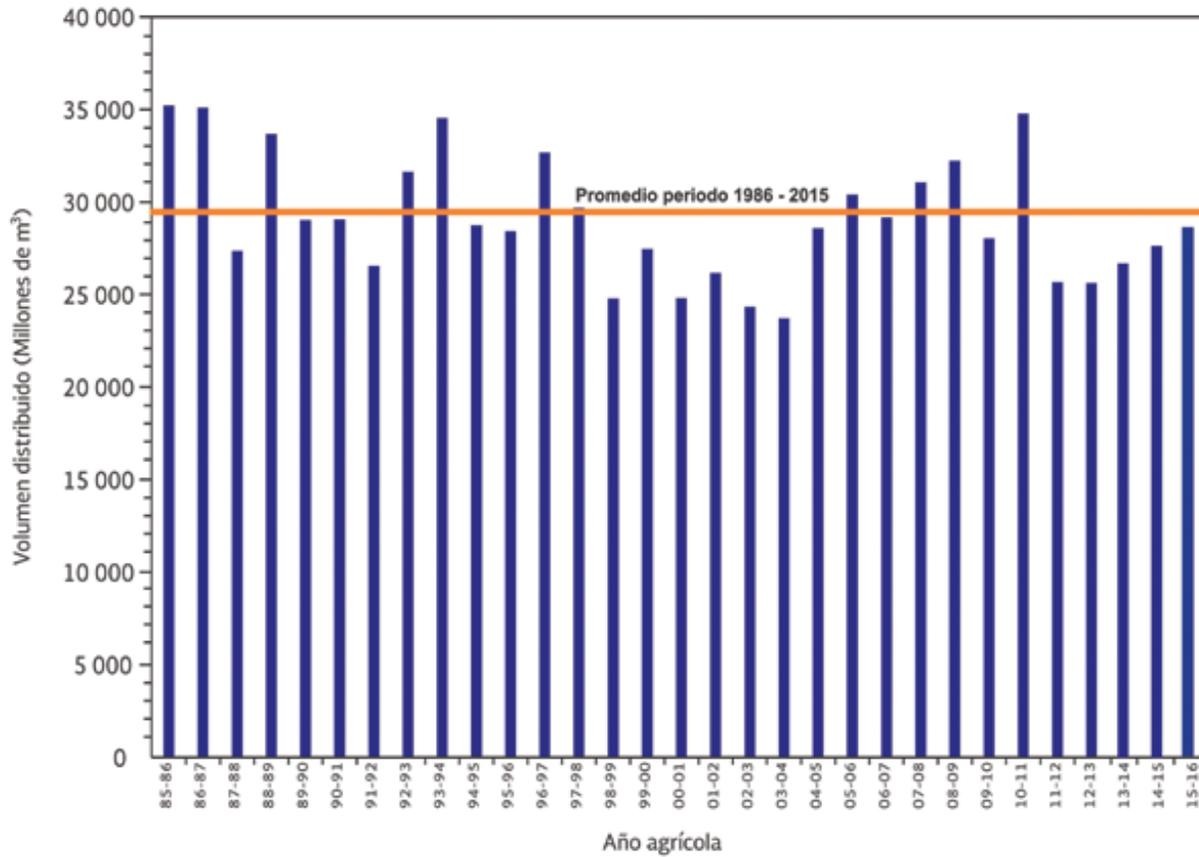
**Figura 7.** Importación de Agua Virtual durante el periodo 2003-2017 asociada al Capítulo 2, se muestran los volúmenes globales y los correspondientes al TLCAN (SE, 2019).



**Figura 8.** Importación de Agua Virtual durante el periodo 2003-2017 asociada al Capítulo 10, se muestran los volúmenes globales y los correspondientes al TLCAN (SE, 2019).



**Figura 9.** Importación de Agua Virtual durante el periodo 2003-2017 asociada al Capítulo 12, se muestran los volúmenes globales y los correspondientes al TLCAN (SE, 2019).



**Figura 10.** Volúmenes históricos distribuidos en los distritos de riego (tomado de CONAGUA, 2017).

## Conclusiones

El concepto de agua virtual y su análisis en el contexto de los tratados comerciales es una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones referentes a la política hídrica del país. En particular, la experiencia del TLCAN y los flujos de agua virtual que se derivaron de éste reflejan una situación de dependencia en la importación de productos como los cereales y carnes. Actualmente se encuentra en proceso de formalización un nuevo tratado comercial con EUA y Canadá -el llamado TMEC-, por lo que el tema del agua virtual y sus intercambios cobra relevancia para la seguridad hídrica del país.

## Referencias Bibliográficas

- Allan, J. A. 1998. Virtual water: a strategic resource. *Ground water*, 36(4), 545-547.
- Arreguín, F., M. López, H. Marengo y C. Tejeda. 2007. Agua virtual en México. *Revista Ingeniería Hidráulica en México*, XXII (4), 109–112.



CNA-IMTA. Parámetros de Consumo de Agua en la Industria e Indicadores Industriales del Uso del Agua. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1998 y 1999.

CONAGUA. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego. 2017. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Distritos de Riego.

CONAGUA. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). 2019. Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Coordinación Interinstitucional.

Hernández-Amezcuca, T. y Santos-Baca, A. 2016. Considerations on Virtual Water and Agri-food Trade. In *Water, Food and Welfare* (pp. 177-185). Springer, Cham.

Hoekstra, A. Y. y Chapagain, A. K. 2008. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Publishing Ltd.

SADER. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2019. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

SE. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI). 2019. Secretaría de Economía.