



Economía, sociedad y territorio

ISSN: 1405-8421

ISSN: 2448-6183

El Colegio Mexiquense A.C.

Neme Castillo, Omar; Valderrama Santibáñez, Ana Lilia; Chiatchoua, Césaire
Factores determinantes del consumo productivo de
agua y sus efectos en la actividad económica de México
Economía, sociedad y territorio, vol. XXI, no. 66, 2021, pp. 505-537
El Colegio Mexiquense A.C.

DOI: <https://doi.org/10.22136/est20211659>

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11172857007>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in redalyc.org

UDEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and
Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative

Factores determinantes del consumo productivo de agua y sus efectos en la actividad económica de México

Determinants of productive water consumption and effects on economic activity in Mexico

OMAR NEME CASTILLO*
ANA LILIA VALDERRAMA SANTIBÁÑEZ*
CÉSAIRE CHIATCHOUA*

Abstract

Economic activities at the state level, which operate with different inputs and technology, register heterogeneous water consumption levels affecting their economic activity. The document seeks, first, to identify the factors that determine the consumption of water resources on a productive way and, secondly, the effect of this consumption on economic activity. The analysis is made of 18 economic activities in Mexico in 2018. It is found, through cross-sectional estimates, that the demand for inputs, mainly employed personnel, increases water consumption, while it, in absolute terms, contributes to economic activity in all the sectors.

Keywords: *water consumption, gross census added value, profitability, revealed comparative advantage index.*

Resumen

Las actividades económicas a nivel estatal, que operan con diferentes insumos y tecnología, registran niveles de consumo de agua heterogéneos. El documento busca, primero, identificar los factores que determinan el consumo del recurso hídrico de manera productiva y, segundo, el efecto de este consumo en la actividad económica. El análisis considera 18 actividades económicas en México durante 2018. Se encuentra, mediante estimaciones de corte transversal, que la demanda de insumos –principalmente el personal ocupado–, incrementa el consumo de agua, al tiempo que éste, en términos absolutos, contribuye a la actividad económica en todos los sectores.

Palabras clave: consumo de agua, valor agregado censal bruto, rentabilidad, índice de ventaja comparativa revelada.

* Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, correos-e: oneme@ipn.mx, avalderrama@ipn.mx y cchiatchoua@ipn.mx.

Introducción

El agua es un recurso finito y compartido; ejercer sobre ella cualquier acción –individual, organizacional o de una comunidad– puede producir impactos sustanciales, en la actualidad y a futuro, en el acceso a este recurso por los agentes económicos que la requieren. La escasez de agua puede llevar a una operación por debajo de los niveles óptimos o deseados en los distintos agentes económicos, lo que causaría distorsiones en las actividades de individuos, familias y empresas nacionales o globales en todos los sectores de la economía nacional, con efectos más visibles a nivel local o regional.

Esta escasez relativa significa, además, mayores riesgos para la sustentabilidad de una localidad o región, a través del efecto negativo en los niveles de competitividad de mediano y largo plazos, al enfrentar a los productores –y consumidores– con costos más altos; en última instancia, afecta a la capacidad de la región para crecer y generar empleos. Si los recursos hídricos no son de buena calidad o son poco confiables, las organizaciones en la región enfrentan la disyuntiva de contratar trabajo adicional o mantener el actual. Esto genera que la actividad económica regional sufra alteraciones, disminuya el ingreso, baje la recaudación impositiva local, se contengan las obras públicas y se afecten las expectativas empresariales. En línea con esto, Jaramillo-Villanueva (2015) sostiene que el desarrollo regional depende del agua y el agua depende del uso sustentable del mismo.

La *sui géneris* geografía mexicana tiene un doble efecto: al ser un territorio ubicado en una meseta, con montañas, bosques y selvas, cuenta con numerosos ríos, lagos y lagunas –la región sur sobresale por ello–; y al estar rodeada por el océano Pacífico, el golfo de México y el río Bravo –frontera con Estados Unidos–, dispone de abundantes fuentes de agua. En este sentido, 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial y 2.5% de las reservas de agua dulce están en México (Cesop, 2016). Sin embargo, también existen zonas desérticas y con escasez de agua –principalmente en la región norte–, sede de una fuerte actividad productiva en los sectores industrial y primario.

De este modo, un problema central en el tema del agua es que existe un consumo desigual desde el punto de vista geográfico y sectorial. Las regiones norte y centro se caracterizan por ser más secas que la región meridional. No obstante, una parte importante de la población y de la producción económica se localiza en la meseta central y septentrional, comparativamente escasa de agua.¹ Cerca de 30% del total de agua

¹ Incluye parte de los territorios de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León y Zacatecas.

renovable mexicana se encuentra en regiones que generan alrededor de 80% del PIB nacional y emplean a 70% de la población económicamente activa. De acuerdo con la Semarnat (2014), en la zona centro–norte del país se concentra 27% de la población, se produce 79% del PIB y se dispone sólo de 32% del agua renovable; en cambio, en la zona sur, donde está 68% del agua del país, se asienta sólo 23% de la población y se genera 21% del PIB. Siguiendo esta información, la disponibilidad de agua – volumen total de líquido en una región– es contrastante en las regiones del país. Los estados del norte captan tan solo el 25% de agua pluvial; en cambio, los estados del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Tabasco) reciben 49 por ciento.²

Adicional a la escasez, otros factores, como bajos niveles de innovación tecnológica, los efectos limitados de la gestión de las principales cuencas y del recurso en lo general (valuación, fijación de precios, cobros, etcétera), desperdicio, contaminación e ineficiente uso del agua y baja inversión en infraestructura, complementan el contexto en el que los distintos sectores económicos compiten por acceder al agua como insumo para sus operaciones. Esto lleva a que la oferta de agua en el país sea de alrededor de 67 000 millones de metros cúbicos (m^3) promedio anual, mientras que la demanda supera los 78 000 millones de m^3 . Se espera que esta brecha sea superior a los 23 000 millones de m^3 anuales en 2030, a medida que la demanda por usos consuntivos aumente (Juárez González, 2011). Para Bilaliib Udimal *et al.* (2017), el equilibrio entre el suministro y la demanda de agua deben ser considerados desde una perspectiva de espacio y tiempo, la cual depende de las extensiones territoriales de cada entidad y de los rangos temporales considerados.

Así, la desigual distribución de la oferta del recurso hídrico, y la contaminación que enfrentan las aguas superficiales, representa un escenario en el que se limita su aprovechamiento. La Semarnat (2019) también señala que la disponibilidad de agua no coincide ni con la distribución de la población en el territorio ni con la generación regional del PIB. Hoy en día, la agricultura continúa siendo la actividad más intensiva en agua, con cerca de 77% del consumo total. La extracción restante se utiliza en abastecimiento público (14%) –distribución del recurso a través de la red de agua potable (domicilios, industrias y otros)–, termoeléctrica (5%) e industria autoabastecida (4%).

En este sentido, si bien el sector industrial consume relativamente poco del total del agua disponible, el funcionamiento usual de este tipo de establecimientos, dada la tecnología empleada y la aplicación del estado de derecho mediante normas ambientales, ha influido en el estrés del agua

² La menor disponibilidad anual se registra en el Valle de México, con apenas 186 metros cúbicos por habitante (m^3 /hab), en comparación con la frontera sur, que registra más de 24 000 m^3 /hab.

de manera simultánea al crecimiento económico nacional y regional —en particular la industria maquiladora en la frontera norte—, al impactar significativamente en la contaminación del agua (Rodríguez Jiménez, 2008). El sector consume más de 3000 millones de m³ por año, y la contaminación reduce la oferta disponible. Al respecto, Flörke *et al.* (2013) afirman que la cantidad de aguas residuales de la industria manufacturera aumentó considerablemente en la última década y tan sólo la mitad de ésta fue tratada.

Además de las distintas características geográficas de las entidades, se debe considerar la naturaleza de los sectores económicos que, dependiendo de la tecnología elegida, el clima o cercanía con mercados, entre otros aspectos (Bindra *et al.*, 2003), emplean distintas variables o intensidades en sus procesos. Por ejemplo, mano de obra, combustibles, energía eléctrica, maquinaria y equipo de producción o de cómputo, equipo de transporte y agua, etcétera, llevan tanto a desempeños económicos como a consumos de agua heterogéneos en términos absolutos y competitivos. En consecuencia, el desigual consumo de agua territorial y sectorial, así como del nivel de actividad económica entre las regiones del país, contribuyen a una potencial pérdida de rentabilidad y sustentabilidad de las actividades económicas en las entidades, afectando, en consecuencia, los procesos más complejos del crecimiento económico.

En este contexto, se reconoce que el adecuado suministro de bienes de infraestructura, como la red de agua, es un factor clave para generar un entorno propicio para el desarrollo económico e industrial (Rud, 2012). No obstante, las políticas públicas sobre el agua, así como las reformas e inversiones en infraestructura en un sector específico en comparación con otro, tienen diferentes consecuencias en términos de crecimiento y desarrollo. Por ejemplo, incentivar la oferta de servicios de irrigación, sanidad o para uso doméstico tienen un enfoque propobre; en contraste, las inversiones en oferta de agua para la industria o en energía hídrica son una estrategia de diversificación y crecimiento.

Por ende, la asignación intersectorial de este recurso afecta la estructura de las economías regionales, los patrones de crecimiento y desarrollo (con implicaciones de equidad y género) y la dimensión ambiental. Las distintas asignaciones entre agricultura, energía, industria y servicios potencian o limitan su crecimiento relativo, y generan distintas trayectorias para estas economías, con variados impactos en el bienestar (Grey y Sadoff, 2006).

De este modo, el objetivo del documento es doble: por un lado, identificar los principales factores que determinan el consumo del recurso hídrico en México, con datos a nivel estatal; por el otro, determinar el efecto de este consumo sobre la actividad económica. En ambos casos, el análisis considera 18 actividades económicas a partir de los Censos

Económicos 2019, con datos de 2018. Lo anterior complementa los estudios en el tema para la economía mexicana, con elementos que favorecen la discusión sobre el diseño de política pública hídrica. Al mismo tiempo, contribuye al limitado análisis de la relación entre consumo de agua y crecimiento económico, reconocido por Duarte *et al.* (2014), reforzando la idea de que las características territoriales explican los diferenciales en el consumo de agua y en la dinámica productiva a nivel sectorial.

El escrito tiene una estructura de cuatro secciones. En la siguiente, se realiza una revisión de la literatura del tema. En el apartado dos, se describen los antecedentes productivos y del consumo del agua a nivel estatal y sectorial. A continuación, se estiman económicamente, bajo una metodología de corte transversal, los factores determinantes del consumo de agua, en términos absolutos y competitivos —mediante el índice de ventaja comparativa revelada—, y el efecto de éste en los niveles de actividad económica. Por último, se presentan las conclusiones.

1. Marco Teórico

Teóricamente, el agua se considera un bien económico, puesto que su uso en combinación con otros factores de producción permite la realización de una actividad productiva. Su escasez significa que tiene usos alternativos y costos para quienes lo demandan. Por tanto, dado que el agua permite la producción de bienes y la provisión servicios de interrelacionados entre sí, su consumo por las distintas actividades económicas está determinado por la cantidad y calidad del agua disponible.

Al respecto, Hanemann (2006) considera que el agua se caracteriza por su esencialidad, es decir, es un insumo sin el cual no es posible completar el proceso de producción. En consecuencia, en el estado actual de la tecnología, el agua es un insumo no sustituible ni intercambiable, condicionando así el desempeño de cualquier actividad o sector económico. En este sentido, la competitividad sectorial depende de la gestión del agua en función de sus características como recurso. En particular, Hanemann (2006) señala que el costo del agua tiene características distintivas que dificultan su oferta. Primero, es voluminosa y costosa de transportar —si bien relativamente barata de almacenar—, en relación con su valor por unidad de peso, llevando a que la infraestructura de transporte de agua sea limitada —sin red de transporte interconectada—. Por tanto, la oferta de este recurso se caracteriza por el racionamiento, que se traduce en costos y disponibilidad restringida para la empresa demandante.

Además, para formalizar el uso del agua por parte de las empresas, Hanemann (2006) propone una función de la forma: $y=f(x, z)$, donde y

es el nivel de producción, x son distintas formas del insumo agua y z es un vector de insumos distintos al agua. De este modo, se tiene que los elementos teóricos reconocidos en el agua condicionan la capacidad de producción de las empresas a nivel individual y, por tanto, el desempeño económico a nivel agregado.

Por otro lado, la literatura sobre consumo de agua a nivel sectorial identifica a la agricultura como la actividad con mayor uso de este recurso. En México, la agricultura y la ganadería consumen 76.3%, mientras que en el mundo el promedio es de 70 por ciento. Los siguientes grandes consumidores son la industria y la generación de energía, con 9% del consumo de agua; el promedio mundial es de 19% (FCEA, 2017). Sin embargo, de acuerdo con Conagua (2016), la agricultura se asocia con un uso ineficiente del agua, generando desperdicios del recurso de hasta 50%, debido a malas prácticas y falta de innovación en las técnicas de riego, principalmente. De igual forma, la industria es la actividad que más consumo de agua registra en las zonas urbanas, contribuyendo a una notable explotación y contaminación de dicho recurso y generando gran número de conflictos, dado el continuo crecimiento de la población demandante y la urbanización (Guerrero García Rojas, 2005).

En este contexto, se identifican varios factores que influyen en el consumo del agua en la actividad económica. Entre los principales, aparecen la disponibilidad del recurso, el costo y la intensidad de uso como insumo productivo. Magaña Rueda (2009) clasifica en dos grupos distintas variables asociadas a la disponibilidad y consumo de agua en México. En el primero aparecen las que pueden ser afectadas a través de la acción pública, a saber: población, crecimiento del PIB por sector y por región, eficiencia del uso del agua, consumo de agua per cápita, demanda de alimentos, eficiencia de la agricultura de temporal y de riego, importaciones de alimentos, extracciones regionales de agua y controles tarifarios. El segundo grupo se conforma por variables en las que las políticas públicas tienen limitada injerencia, como son: cambios de temperatura y precipitación, accidentes geológicos y otros factores naturales. En cualquier caso, existen marcadas diferencias en estas variables entre las distintas regiones, llevando a consumos hídricos heterogéneos.

Al respecto, el desarrollo industrial en una región se acompaña de un incremento en la demanda de consumo de agua, derivado de la utilización del agua como insumo en los procesos de producción. La Unesco (2016) señala que el agua es parte integral de diversos procesos industriales y, por tanto, el aumento en esta actividad a nivel regional implica un incremento en la demanda de este recurso, que tiene como resultado crecimiento económico. En particular, Guzmán Soria *et al.* (2011) analizan el consumo de agua del sector industrial en el estado de Guanajuato, que se

explica en forma inversa por los precios del agua y las tarifas de energía eléctrica y en forma directa por el nivel de ingreso y la temperatura. El crecimiento de la producción industrial, generado por el dinamismo de los parques industriales urbanos, determinó el crecimiento en la cantidad consumida de agua en diversos procesos. Durante 2000-2009, el consumo de agua por la industria creció 7.9 millones de m³ (equivalente a una tasa de crecimiento media anual de 2.4%). En este sentido, si bien el uso industrial del agua impacta tanto en la disponibilidad, vía consumo y desperdicios, como en la calidad del recurso, dada la mayor composición tóxica y difícil tratamiento del agua residual, su costo representa una proporción insignificante de los costos totales en la mayoría de los sectores industriales (Muller *et al.*, 2015), edificando un círculo perverso de consumo por este sector, que impacta fuertemente en las actividades de los otros sectores usuarios de agua por medio de externalidades y efectos multiplicadores.

En un estudio de la economía yucateca, Albornoz *et al.* (2014) determinan los sectores productivos vulnerables ante posibles limitaciones en la disponibilidad de agua subterránea y, después, estiman un precio sombra que refleje la importancia del recurso en el sistema económico regional. Para lograr tal fin, con base en la matriz insumo producto estatal 2003, estimaron multiplicadores de valor agregado y agua y obtuvieron índices de valor agregado-agua y precios sombra del agua. Finalmente, los resultados que encontraron indican que el sector agricultura, ganadería, alimentos, productos eléctricos y de generación eléctrica son vulnerables; el comercio y los servicios son los menos vulnerables. Con respecto al precio sombra, obtuvieron un valor de \$4.00 a \$14.96 pesos por m³ para uso general y de \$28.00 a \$104.71 para uso industrial-comercial.

Por otro lado, en la literatura existente la vinculación entre consumo de agua y desarrollo se trata de manera bidireccional. Invertir en infraestructura hídrica significa crecimiento económico y empleo en la región, sobre todo donde la disponibilidad natural de agua es menor. Asimismo, mayor actividad económica —más inversiones y empleo— conduce a un aumento en la demanda de agua.

Siguiendo lo desarrollado arriba, Guajardo y García (2001) realizaron un estudio que traza los efectos de la oferta de agua en el producto, ingreso y empleo de Nuevo León —entidad que se localiza en el noreste de México—, en el que se construye un modelo de insumo producto regional con énfasis en el sector agua. En primer lugar, se separa el agua del sector de electricidad y gas y, en segundo, se le desagrega en cuatro categorías: agua potable, agua subterránea, aguas negras y aguas residuales. Los resultados sugieren que el sector en cuestión, particularmente la provisión de agua potable, tiene impactos económicos significativos sobre el resto de la

economía, mismos que actualmente son subestimados por la falta de desagregación.

De la misma manera, la Unesco (2016) sostiene que para avanzar en el desarrollo sostenible es necesario reconocer el papel del agua en la esfera laboral. Existen importantes fuentes de empleo digno en ámbitos relacionados directamente con el agua, como abastecimiento, gestión de infraestructuras y tratamiento de residuos, pero también en sectores que dependen del agua: agricultura, pesca, energía, industria y sanidad. Se estima que en América Latina una inversión de 1000 millones de dólares (0.1% del PIB mexicano del 2016) en el desarrollo de abastecimiento de agua y saneamiento se traduciría en la creación de 100 000 empleos.³

El organismo concluye que la eficiencia en el uso del agua y la productividad hídrica contribuyen al desarrollo socioeconómico y a crear oportunidades de empleo en los sectores relacionados con este recurso, especialmente en condiciones de escasez del mismo. Además, el acceso al agua potable y el saneamiento facilita la creación de empleo y contribuye con trabajadores en buen estado de salud, instruido y productivo, necesario no sólo para el crecimiento regional sino también para elevar los indicadores de desarrollo.

Finalmente, el agregado de las políticas públicas y prácticas de consumo tiene efectos en la actividad económica, determinando el desarrollo productivo regional, dadas las interrelaciones entre sectores y el consumo de agua. Para Grey y Sadoff (2006), el uso del agua al interior de cada sector contribuye significativamente a la disponibilidad total de agua y al crecimiento económico, con distintos senderos de bienestar, equidad y crecimiento. Por ejemplo, una mayor disponibilidad de agua a favor del sector manufacturero, que limita la oferta para la agricultura, vuelve relativamente más competitiva al primero, pero restringe la capacidad de producción del segundo, afectando de forma significativa el valor de mercado de la producción agrícola y, en consecuencia, la distribución del ingreso entre sectores. Por ende, las decisiones de inversión hídrica relacionadas con la ubicación, costos y calidad del insumo pueden afectar los patrones espaciales y las tasas de crecimiento en una región y sector.

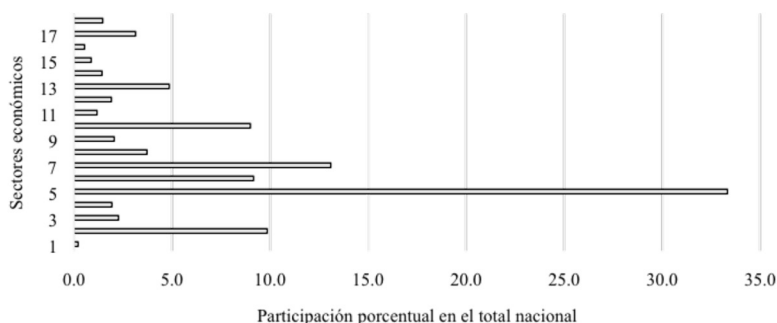
³ En comparación, en Estados Unidos una inversión de 82 000 millones de dólares anuales en infraestructura del agua desde todos los niveles de gobierno durante la siguiente década contribuiría a generar 220 000 millones de dólares por año y un total de 1.3 millones de empleos en ese periodo (WERF, 2014).

2. Producción y consumo de agua a nivel estatal

Las variables se obtienen directamente de los Censos Económicos 2019 del Inegi con datos de 2018, que ofrecen información sobre las principales características económicas de un conjunto de actividades a nivel sectorial y geográfico para aproximadamente 5.7 millones de establecimientos productores o comercializadores de bienes o prestadores de servicios.

Primero se considera el valor agregado censal bruto (VACB), que se refiere al valor que se añade en cada etapa productiva por los factores de producción, para 18 sectores de la actividad económica a nivel nacional.⁴ En la gráfica 1 se observa la participación de cada sector en el VACB generado por la suma de ellos. Existe un claro dominio del sector manufacturero, que contribuyó con poco más de 33.9%, seguido por comercio al por menor, con 13.1%; minería, 9.9% y servicios financieros, con 8.9 por ciento. El hecho que la contribución en el valor agregado se

Gráfica 1
Participación porcentual en el VACB, 2014
(miles de millones de pesos)



1: agricultura; 2: minería; 3: energía eléctrica; 4: construcción; 5: manufactura; 6: comercio al por menor; 7: comercio al por mayor; 8: transportes; 9: medios masivos; 10: servicios financieros; 11: servicios inmobiliarios; 12: servicios profesionales y técnicos; 13: servicios de apoyo a negocios; 14: servicios educativos; 15: servicios de salud; 16: servicios de esparcimiento; 17: servicios de alojamiento; 18 otros servicios.

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos del Inegi (2014).

⁴ Los sectores de la actividad económica son: agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza; minería; generación transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final; construcción; industrias manufactureras; comercio al por mayor; comercio al por menor; transportes correos y almacenamiento; información en medios masivos; servicios financieros y de seguros; servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles; servicios profesionales científicos y técnicos; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; servicios educativos; servicios de salud y de asistencia social; servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos; servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas; y, otros servicios excepto actividades gubernamentales. Se excluye corporativos puesto que la actividad se concentra en la Ciudad de México.

concentre en actividades como manufactura y servicios financieros, con baja intensidad en el uso del agua, favorece una menor explotación del recurso hídrico. En el primer caso, el agua representa un insumo para la producción y un medio de operación, mientras que para el sector financiero es relevante sólo en el segundo aspecto. No obstante, como señalan Shaofeng *et al.* (2006), la fuerte contribución del sector manufacturero en las economías no permite estabilizar o disminuir el consumo del agua a nivel agregado.

El cuadro 1 muestra el valor añadido a nivel estatal para actividades seleccionadas. En general, Ciudad de México, Nuevo León, Jalisco y México aparecen entre los primeros cinco lugares para todas las actividades, excepto en agricultura, evidenciando las fuertes capacidades económicas en comparación con el resto de los estados. No obstante, la intensidad en el consumo de agua en esas actividades es relativamente alta en esas entidades (tiende a estar por arriba del promedio nacional), por lo que cabe esperar que la demanda de agua en éstos ejerza presión sobre este insumo.

En particular, el valor agregado más alto en sectores con mayor uso hídrico como la agricultura se presenta en Sonora, Sinaloa, Baja California, Yucatán y Baja California Sur, entidades en las que existe relativa escasez del recurso, salvo los casos de Sinaloa y Yucatán. En contraste, el menor VACB en agricultura se genera en entidades como Morelos, Hidalgo, Ciudad de México, San Luis Potosí y Tlaxcala, caracterizados por poseer menores niveles de agua renovable —en promedio, estos cinco estados registran un nivel de 4339 hm³ por año, en comparación con Chiapas, que muestra el máximo nivel cercano a los 113,557 hm³ anuales— (Conagua, 2019). De cualquier modo, entidades pequeñas territorial y poblacionalmente tienden a mostrar bajas contribuciones en el VACB agregado.

Aparte, la figura 1 mapea el consumo de agua a nivel estatal, entendido como el gasto en agua, suministrada por la red municipal o por pipas, que se emplea en el proceso productivo, expresada en millones de pesos. En el tono oscuro están las entidades con mayor consumo en el total de actividades económicas. En el tono intermedio, los estados con consumo de agua medio; y, en el color más claro, aparecen los de menor consumo. El consumo de agua medio en 2018 fue de 2.3 mil millones de pesos. Las entidades más dinámicas y de mayor valor agregado, asociado principalmente a la manufactura, se corresponden con las de mayor consumo de este recurso. Así, además de los estados de la frontera norte, Ciudad de México, Guanajuato, Jalisco, México, Puebla, Querétaro y Veracruz son los de más alto consumo, con un valor promedio de 2.2 mil millones de pesos.

Por el contrario, las entidades con menores niveles de consumo de agua son Guerrero, Baja California Sur, Morelos, Chiapas, Colima, Yucatán,

Cuadro 1

Participación estatal en el VACB nacional e intensidad en el consumo de agua para los sectores de la actividad económica seleccionados (2018)

Entidad	Agricultura	Entidad	Energía eléctrica	Entidad	Construcción	Entidad	Manufactura	Entidad	Servicios de alojamiento
Mayor participación en el VACB nacional (%)									
Sonora	25.933	Ciudad de México	50.464	Ciudad de México	23.647	México	12.131	Ciudad de México	16.224
Sinaloa	16.954	Nuevo León	16.974	Nuevo León	9.770	Nuevo León	11.233	Quintana Roo	12.822
Baja California	6.282	Veracruz	8.958	Jalisco	7.669	Coahuila	9.195	Jalisco	7.536
Yucatán	5.431	Jalisco	2.846	Chihuahua	4.730	Guanajuato	8.142	México	6.883
Baja California Sur	5.193	Guanajuato	2.730	México	4.568	Jalisco	7.202	Nuevo León	4.502
Menor participación en el VACB nacional (%)									
Morelos	0.117	Zacatecas	0.210	Colima	0.757	Nayarit	0.108	Campeche	0.767
Hidalgo	0.099	Tlaxcala	0.179	Zacatecas	0.619	Baja California Sur	0.094	Colima	0.758
Ciudad de México	0.073	Colima	0.096	Guerrero	0.525	Campeche	0.079	Durango	0.712
San Luis Potosí	0.063	Nayarit	0.086	Nayarit	0.443	Chiapas	0.028	Zacatecas	0.647

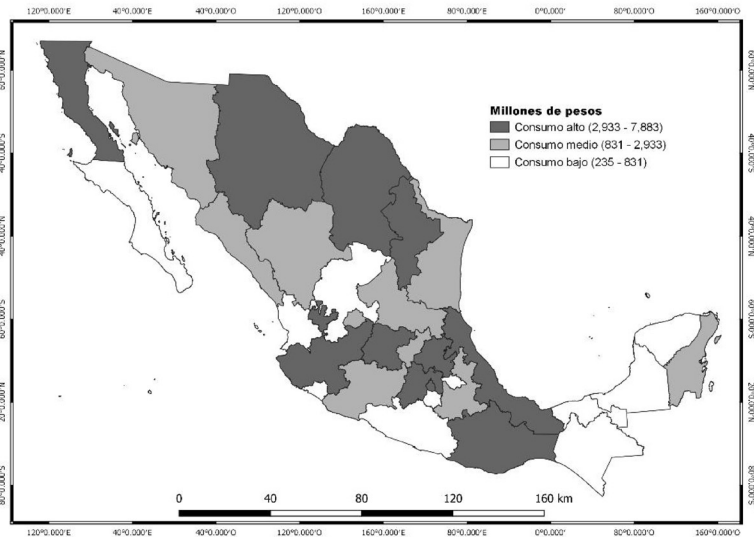
Cuadro 1 (continuación)

Entidad	Agricultura	Entidad	Energía eléctrica	Entidad	Construcción	Entidad	Manufactura	Entidad	Servicios de alojamiento
Tlaxcala	0.059	Tabasco	0.036	Tlaxcala	0.106	Tabasco	-0.157	Tlaxcala	0.376
Intensidad en el consumo de agua									
Agricultura		Energía eléctrica		Construcción		Manufactura		Servicios de alojamiento temporal	
Sonora	26,430.2	Ciudad de México	8014.7	Ciudad de México	13,315.7	México	48,883.5	Ciudad de México	2401.4
Sinaloa	4575.6	Nuevo León	8,280,866.7	Nuevo León	36,980.6	Nuevo León	437,659.2	Quintana Roo	56,333.9
Baja California	32,569.2	Veracruz	2,930,241.9	Jalisco	27,040.2	Coahuila	230,280.9	Jalisco	9066.5
Yucatán	978.6	Jalisco	3,310,824.0	Chihuahua	30,822.9	Guanajuato	157,045.1	México	3846.4
Baja California Sur	7957.8	Guanajuato	85,250.0	México	26,945.4	Jalisco	68,973.3	Nuevo León	12,785.8
Promedio nacional	11,212.3	Promedio nacional	1,411,048.3	Promedio nacional	23,195.2	Promedio nacional	100,312.9	Promedio nacional	9,308.2

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos del Inegi (2018).

Tabasco, Nayarit, Tlaxcala y Campeche, con un valor promedio de consumo de agua de 430 millones de pesos. Nuevo León muestra el mayor consumo de agua (7.8 mil millones de pesos) y Campeche, el menor (235 millones de pesos). Lo anterior sugiere que la relación entre consumo industrial de agua y valor agregado podría reflejar un comportamiento tipo *U* invertida, estudiado por Shaofeng *et al.* (2006), esto es, el consumo del recurso hídrico aumenta en las entidades con mayor valor de la producción y disminuye en aquellas con menor valor.

Figura 1
Consumo de agua por estado, 2018
(millones de pesos)



Fuente: elaboración propia con base en Censos Económicos, 2019.

3. Determinantes del consumo de agua a nivel estatal

Para identificar los principales determinantes del consumo del agua en las distintas actividades económicas, se parte de un análisis de correlación y después se estima económicamente esa relación. Puesto que la información considerada es para un solo año (2018), 32 entidades y 18 actividades económicas, se sigue una metodología de datos de corte transversal. Esto permite examinar las variaciones en la información a través de las entidades y sectores. Se emplea una función tipo Cobb-Douglas para ese momento en el tiempo, considerando las variables en

logaritmos. En breve, en un estudio de sección corte transversal, esto es, para un momento determinado en el tiempo, se tiene que la variabilidad de la información tiene como origen el espacio. En este caso, las observaciones corresponden a un conjunto de unidades económicas en la i -ésima entidad federativa en el único año t . Formalmente, $y_i = \alpha + \beta x_i + u_i$; donde y_i es el consumo de agua en la entidad i ; α , el consumo autónomo de agua en i ; β , la matriz de variables económicas de interés; y, u_i , el término de error. Para la estimación se emplea la metodología de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Los resultados derivados de un análisis de corte transversal en muestras heterogéneas deben tomarse con cautela. En este caso, se realiza una estimación general, donde el grado de homogeneidad en los procesos de producción de bienes o provisión de servicios es relativamente bajo. Por ende, se controla con la variable *dummy* región (*reg*) para proporcionar mayor homogeneidad dadas las características geográficas, socioeconómicas, ambientales, etcétera entre entidades clasificadas en la misma región.

Las variables explicativas están relacionadas con distintas características de las actividades económicas consideradas. Se incluye el personal ocupado total (*po*), total de ingresos por suministro de bienes y servicios (*ing*), inversión total (*inv*), consumo de combustibles, lubricantes y energéticos (*ccl*), consumo de energía eléctrica (*cee*), acervo total de maquinaria y equipo de producción (*atmyep*), acervo total de bienes inmuebles (*atbi*), acervo total de equipo de cómputo y periféricos (*atecyp*) y acervo total de unidades y equipo de transporte (*atuyet*). Este conjunto de variables se asocia con características del sector productivo en cada estado y es parte de los procesos internos, esto es, forma parte de su función de producción. Asimismo, se consideran dos variables dependientes: consumo total de agua (*cta*) e índice de ventaja comparativa revelada (*ivcr*). El cuadro 2 muestra la definición de las variables.

Las ventajas comparativas en el uso del recurso hídrico en las distintas actividades económicas y entidades son reveladas por los datos de consumo de dicho factor de producción, dado que la demanda de éste se asocia con costos de producción y, en consecuencia, con los niveles de eficiencia en su consumo dentro del proceso productivo. Formalmente, el índice se define como: $ivcr_{ij} = (c_{ij}/x_{ij})/(c_{it}/x_{it})$, donde c_{ij} es el consumo de agua de la actividad i en el estado j ; x_{ij} , el consumo total de insumos de la actividad i en el estado j ; c_{it} , el consumo de agua de la actividad i en el agregado nacional t ; y, x_{it} , el consumo total de insumos de la actividad i en el agregado nacional t . El *ivcr* mide el grado de importancia del consumo de agua en el j -ésimo estado en la i -ésima actividad económica dentro de la estructura de consumo de esa actividad en dicha entidad, en comparación con la importancia del consumo de agua a nivel nacional en esa misma

Cuadro 2
Definición de variables determinantes del consumo de agua

<i>Variable</i>	<i>Clave</i>	<i>Definición</i>
Valor Agregado Censal Bruto	<i>vacb</i>	Valor de la producción, incluyendo el consumo de capital fijo, que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad del personal ocupado, el capital y la organización, ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica.
Consumo de agua total	<i>cat</i>	Importe por el consumo de agua suministrada por la red municipal o por pipas empleada en el proceso productivo.
Índice de ventaja comparativa revelada	<i>ivcr</i>	Competitividad en el consumo de agua, esto es, el cociente entre la participación del consumo de agua en una entidad y actividad particular en la estructura de consumo total de agua de esa entidad y la participación del consumo de agua en esa misma actividad a nivel nacional en el consumo de agua en el agregado de actividades a nivel nacional.
Rentabilidad	<i>r</i>	Beneficios derivados por cada unidad monetaria invertida en el recurso, en este caso, aproximado por el valor de la producción como proporción del consumo total del agua.
Personal ocupado total	<i>po</i>	Todas las personas que trabajaron durante el periodo de referencia dependiendo contractualmente o no de la unidad económica, sujetas a su dirección y control.
Total de ingresos por suministro de bienes y servicios	<i>ing</i>	Monto que obtuvo la unidad económica durante el periodo de referencia, por todas aquellas actividades de producción de bienes, comercialización de mercancías y prestación de servicios. Excluye los ingresos financieros, subsidios, cuotas, aportaciones y venta de activos fijos.
Inversión total	<i>inv</i>	Incremento en activos, insumos y productos que experimentaron las unidades económicas durante el año de referencia.
Consumo de combustibles, lubricantes y energéticos	<i>ccl</i>	Importe por consumo en combustibles y lubricantes que realizó la unidad económica para el funcionamiento de la maquinaria, equipo y los vehículos.
Consumo de energía eléctrica	<i>cee</i>	Es el valor a costo de adquisición que la unidad económica gastó por la utilización de la energía eléctrica, o en caso de autogeneración, el valor a precios de mercado.

Cuadro 2 (*continuación*)

<i>Variable</i>	<i>Clave</i>	<i>Definición</i>
Acervo total de maquinaria y equipo de producción	<i>atmyep</i>	Valor actualizado o a costo de reposición al periodo de referencia, de la maquinaria y del equipo mecánico, eléctrico, computarizado o de otro tipo, propiedad de la unidad económica, vinculado directamente con sus procesos de producción, comercialización o prestación de servicios y tareas auxiliares, así como el equipo para el servicio de transporte de factores de producción.
Acervo total de bienes inmuebles	<i>atbi</i>	Valor actualizado a costo de reposición al periodo de referencia de los edificios, locales, construcciones e instalaciones propiedad de la unidad económica, utilizados para el desarrollo de sus actividades, así como las áreas para estacionamiento, esparcimiento, áreas verdes, entre otras. Incluye el valor de los terrenos propiedad de la unidad económica.
Acervo total de equipo de cómputo y periféricos	<i>atecyp</i>	Valor actualizado a costo de reposición del equipo de cómputo y sus periféricos propiedad de la unidad económica, que no estaban integrados a la maquinaria y equipo de producción, como las computadoras, redes de comunicación, impresoras, digitalizadores, entre otros. Excluye el software.
Acervo total de unidades y equipo de transporte	<i>atuyet</i>	Valor actualizado a costo de reposición al periodo de referencia del equipo de transporte (vehículos automotores, aviones, barcos, etcétera) propiedad de la unidad económica, que utilizó para transportar personas o carga fuera de la misma. Excluye el equipo necesario para transportar o levantar carga dentro de la unidad económica.

NOTA: todas las variables, excepto el índice de ventaja comparativa revelada y el personal ocupado, se expresan en millones de pesos.

Fuente: elaboración propia con base en Censos Económicos 2019 (Inegi, 2019).

actividad económica en el consumo total de la i -ésima actividad económica en el agregado nacional.

El $ivcr$ puede ser mayor, igual o menor a uno (pero siempre mayor que cero, puesto que las variables empleadas son todas positivas). Un valor mayor a uno refleja una ventaja comparativa y un valor igual o menor a la unidad indica una desventaja. Sin embargo, dado que se utilizan datos de gasto (que implica un costo), un indicador mayor o igual a uno ($ivcr \geq 1$) revela una desventaja competitiva en el consumo del agua por el j -ésimo estado en la i -ésima actividad; mientras que en el segundo caso ($ivcr < 1$), se tendría que la actividad económica del estado j es competitiva en el contexto nacional en términos de consumo del recurso hídrico.

Los coeficientes obtenidos y los signos permiten clasificar a los factores determinantes del consumo de agua en términos absolutos (*cta*) y competitivos (*ivcr*). Los signos esperados para el primer caso son positivos; esto implicaría una relación directa con la escala de producción. Para el segundo caso, dado que se consideran datos de consumo de agua para calcular el *ivcr*, se esperan signos negativos. Así, un índice reducido implica niveles de competitividad más elevados en el consumo de agua. El indicador permite determinar en qué actividad económica se encuentra la principal ventaja comparativa en el consumo del agua para cada entidad (Durán y Álvarez, 2008).

El cuadro 3 muestra los coeficientes de correlación de Pearson agregados. Para la variable consumo total de agua (*cta*) se tienen, en general, coeficientes con signos positivos y significativos. Para el consumo competitivo del agua se tienen signos negativos para todas las variables. Sólo tres correlaciones son no significativas (consumo de combustibles, consumo de energía eléctrica y acervo total de unidades y equipo de transporte). De este modo, la significancia de las correlaciones sugiere la relevancia de estas variables en el consumo de agua en los sectores económicos a nivel estatal.

Así, se vislumbra la existencia de una correlación entre las variables propuestas como determinantes del consumo de agua y esta última. Esto se comprueba a través de la estimación de un modelo de corte transversal anual en que el consumo de agua es función de un conjunto de variables en cada sector económico a nivel estatal y una variable *dummy* de control asociada con la región (*reg*), que toma valores de 1 si el estado está en la región norte—dado el mayor grado de discrepancia conjunta de variables económicas, productivas y de disponibilidad de agua—y cero en otro caso; formalmente:

$$agua_i = \alpha + \beta_1 po_i + \beta_2 ing_i + \beta_3 inv_i + \beta_4 ccle_i + \beta_5 cee_i + \beta_6 atmyep_i + \beta_7 atbi_i + \beta_8 atecyp_i + \beta_9 atuyet_i + \gamma_1 reg_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

En el lado izquierdo, *agua* se asocia con el consumo de agua y se estima utilizando dos variables distintas: consumo total de agua (*cta*) e índice de ventaja comparativa revelada en el uso de agua (*ivcr*). En el lado derecho, están las variables explicativas arriba descritas. La variable región (*reg*) se incluye para conocer si el hecho de que una entidad pertenezca a la región norte del país, la de mayor dinamismo productivo, representa una ventaja respecto a las entidades fuera de esa región. Esta variable se vincula con la estructura sectorial en dicha región. En este sentido, en línea con Kumar *et al.* (2013), la existencia de diferencias regionales, acompañadas del cambio climático, llevarían a aumentar la

Cuadro 3
Correlaciones entre consumo de agua y factores determinantes

Consumo total de agua (cta)										
Variable	po	vacb	ing	inv	ccl	cee	atmyep	atbi	atecyp	atuyet
Correlación de Pearson	0.6161*	0.6028*	0.6326*	0.2590*	0.6041*	0.8086*	0.4908*	0.2505*	0.2764*	0.1727*
Significancia	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Consumo competitivo de agua (vcr)										
Variable	po	vacb	ing	inv	ccl	cee	atmyep	atbi	atecyp	atuyet
Correlación de Pearson	-0.1294*	-0.1008*	-0.0945*	-0.0668***	-0.0424	-0.0613	-0.0676***	-0.0702**	-0.0945*	-0.0521
Significancia	0.002	0.016	0.023	0.109	0.309	0.142	0.105	0.092	0.023	0.212
N=576										

*: La correlación es significativa al nivel 0.01. **: La correlación es significativa al nivel 0.05. ***: La correlación es significativa al nivel 0.10.
po (personal ocupado); vacb (valor agregado censal bruto); ing (ingresos totales); inv (inversión total); ccl (consumo de combustibles, lubricantes y energéticos); cee (consumo de energía eléctrica); atmyep (acervo total de maquinaria y equipo de producción); atbi (acervo total de bienes inmuebles); atecyp (acervo total de equipo de cómputo y periféricos); atuyet (acervo total de unidades y equipo de transporte).

Fuente: elaboración propia con base en los resultados del análisis.

brecha de disponibilidad de agua entre áreas húmedas (sur) y secas (norte). Las variables explicativas se relacionan directamente con la escala industrial. De este modo, las dimensiones sectoriales y de escala industrial incluidas en el modelo son propuestas por Zhang *et al.* (2016).

La validez de las estimaciones se verifica a través de pruebas de hipótesis estructurales del modelo (cuadro 4). Las matrices de correlación señalan coeficientes con significancia en 85% de las asociaciones lineales. También se calcula la raíz cuadrada de los coeficientes de determinación (R^2) de las distintas especificaciones del modelo estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO); como en todos los casos, éste es más grande que los coeficientes de correlación entre regresores; hay evidencia de no multicolinealidad. Aún más, se examina la correlación entre predictores mediante los factores de inflación de la varianza (FIV), que mide el aumento de la varianza de un coeficiente de regresión estimado derivado de la correlación entre éstos. En ambas estimaciones, se calculan los FIV individuales menores a 10, salvo para la variable *ing*, por lo que se elimina de la especificación. Al final, el VIF promedio es menor a 10, aceptándose que no existe multicolinealidad alta.

Asimismo, se prueba que los componentes del vector de errores tengan igual varianza, lo que supone homocedasticidad. Dado que el test de White señala la presencia de heterocedasticidad en las estimaciones originales (en todos los casos con p-value menor a 0.05), se consideran mínimos cuadrados generalizados factibles, ponderados con la inversa de la varianza y con errores estándar consistentes con heterocedasticidad de White, que previene la heterocedasticidad característica de este tipo. En este caso, no se puede rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad, puesto que los p-valores obtenidos son 0.146 y 0.158 en cada especificación. Por último, como los interceptos son en general significativamente distintos de cero, basados en el estadístico $F=227.6$ y $F=8.9$ para cada especificación, se acepta que los resultados estimados son económicamente válidos.

Los resultados en el cuadro 4 reportan los coeficientes de cada variable explicativa, el coeficiente de determinación y el número de observaciones. Para ambos casos se obtienen, en lo general, resultados esperados. Es decir, el consumo de agua se incrementa con el aumento de la capacidad de producción de bienes y servicios a nivel estatal. En particular, para *cta* se tiene que todas las variables son positivas y estadísticamente significativas, salvo para el caso del equipo de transporte. Si se considera que el uso extensivo de los insumos analizados se da en la industria, se tiene que la estructura sectorial es un factor potenciador del consumo de agua, resultado similar al de Zhao *et al.* (2017).

La variable de mayor influencia en la determinación de los niveles de consumo de agua para el total de actividades económicas es el personal

Cuadro 4
Factores determinantes del consumo de agua a nivel estatal,
total de actividades económicas

<i>Variables</i>	<i>cta</i>	<i>Significancia</i>	<i>ivcr</i>	<i>Significancia</i>
<i>po</i>	0.524***	[0.045]	0.257**	[0.021]
<i>inv</i>	0.248***	[0.020]	-0.397**	[0.019]
<i>cce</i>	0.463***	[0.035]	-0.083***	[0.031]
<i>cee</i>	0.425***	[0.033]	-0.099***	[0.036]
<i>atmyep</i>	0.314***	[0.034]	0.425**	[0.027]
<i>atbi</i>	0.143***	[0.038]	-0.220***	[0.034]
<i>atecyp</i>	0.399***	[0.038]	-0.336***	[0.029]
<i>atuyet</i>	-0.040***	[0.043]	-0.007	[0.039]
<i>reg</i>	0.311***	[0.091]	0.266***	[0.083]
<i>C</i>	5.026***	[0.283]	0.695***	[0.258]
<i>N</i>	576		576	
<i>R2</i>	0.415		0.424	
<i>F-Schmedecor</i>	277.6		8.910	
<i>R2-ajustado</i>	0.412		0.411	
<i>Test de White</i>	0.146		0.158	
<i>VIF</i>	3.9		3.9	

Errores estándar en paréntesis. *** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$.
Estimación por mínimos cuadrados generalizados factibles, ponderados con la inversa de la varianza y con errores estándar consistentes con heterocedasticidad de White.
Todas las variables están en logaritmos, excepto *reg*.
Fuente: elaboración propia con base en los resultados del análisis.

ocupado ($\beta_1=0.524$). Esto quiere decir que el tamaño de la unidad económica influye en la demanda absoluta de agua. Como corolario, independientemente del sector económico, las micro y pequeñas empresas tienden a consumir menos agua en contraste con las grandes empresas. Asimismo, aumentar la escala de producción implica acrecentar las necesidades de insumos, entre ellos el agua, al ser un recurso principal o complementario, según el tipo de actividad.

También, el incremento en activos, insumos y productos ($\beta_2=0.248$) se traduce en un aumento en el consumo de agua. Esto es, cada nuevo peso de inversión implica un costo de casi 25 centavos asociado al consumo de agua, en promedio. El crecimiento del número total de equipo de transporte reduce sustancialmente el consumo de agua, lo que sugiere que

la especialización en etapas más avanzadas de la cadena de valor (aspectos de logística de entrada o de salida) demanda menos el recurso hídrico.

El signo positivo de la variable región, dada su significancia, implica que las entidades ubicadas en la región norte del país (en la frontera con Estados Unidos) tienen una ventaja comparativa frente al resto de estados, en términos de consumo de agua. Esto es, a pesar de la menor disponibilidad inicial del recurso hídrico en estos territorios, la comparativamente elevada actividad productiva se traduce en un menor costo promedio del agua para operar.

En cuanto a la segunda especificación del modelo, que incorpora la variable *ivcr* para representar el consumo competitivo del agua, se tiene que, excluyendo al equipo de transporte, todas las variables son estadísticamente significativas. Se identifica claramente a las variables con elasticidades positivas de aquellas con elasticidades negativas. Debe recordarse que el *ivcr* se calcula con datos de consumo de agua, por lo que un índice mayor a uno implica una desventaja comparativa en su uso. Así, en cuanto a las variables con signos positivos, se afirma que una expansión en el consumo de estos recursos lleva a una pérdida en la ventaja de comparativa en su uso. Esto es, lleva a un nuevo estatus en las proporciones factoriales de menor eficiencia en el consumo del insumo hídrico. Esto sucede con el personal ocupado y con el acervo de maquinaria y equipo de producción.

En contraste, las variables cuya mayor demanda se traduce en usos competitivos del agua son: inversión, consumos de combustibles, lubricantes y energéticos y de energía eléctrica, y los acervos de bienes inmuebles y de equipo de cómputo. Estas variables contribuyen a incrementar el potencial uso eficiente del agua en los distintos procesos sectoriales. En particular, la competitividad en el uso del agua muestra mayor elasticidad frente a la inversión. Así, combinando los coeficientes de la inversión en las dos especificaciones, se tiene que, si bien aumentan los costos por consumo de agua, también incentiva su uso eficiente. Nuevamente, se aprecia que las entidades fronterizas enfrentan ventajas estructurales iniciales en el consumo de agua, puesto que el coeficiente *reg* es negativo y significativo.

4. Consumo de agua y actividad económica

Para determinar el efecto del consumo de agua, en términos absolutos y competitivos, sobre el nivel de actividad económica con datos estatales, se sigue la misma metodología que en la sección anterior. Esto es, primero se calculan los coeficientes de correlación, para determinar si hay relación lineal entre las variables de interés; después, se estima económicamente dicha relación, siguiendo un modelo de corte transversal y una función

tipo Cobb-Douglas con las variables estandarizadas mediante logaritmos. Dado el grado de heterogeneidad entre las observaciones, derivada de las diferencias territoriales y sectoriales, se controla mediante la variable *dummy reg*. Las variables explicativas se relacionan con el desempeño productivo a nivel estatal en las actividades consideradas. Como se trata de determinar el efecto del consumo de agua en la actividad económica, se emplean como variables dependientes dos indicadores distintos: valor agregado censal bruto (*vacb*) y rentabilidad (*rent*).

La rentabilidad se entiende como los beneficios derivados por cada unidad monetaria invertida en el recurso, en este caso, aproximado por el valor de la producción como proporción del consumo total del agua. Se calcula la rentabilidad en el consumo de agua como: $r_{ij} = (vacb_{ij}/ue_{ij})/(c_{ij}/ue_{ij})$, donde r_{ij} es la rentabilidad de la actividad i en el estado j ; $vacb_{ij}$, el valor agregado censal bruto de la actividad i en la j -ésima entidad; c_{ij} , el consumo de agua de la actividad i en j ; y, ue_{ij} , el total de unidades económicas de la actividad i en el estado j . Si $r > 0$ la actividad es rentable y benéfica para la j -ésima entidad, independientemente de sus niveles de competitividad en el uso del agua y la especialización sectorial. Entre mayor sea este indicador mayor el nivel de riqueza que se crea. Un valor cercano a cero —pero por arriba— señala una rentabilidad reducida. Por el contrario, un $r < 0$ implica que la producción de esos bienes o servicios no es rentable para esa entidad, disminuyendo la riqueza creada.

Las variables explicativas son el consumo total de agua (*cta*) e índice de ventaja comparativa revelada (*ivcr*), descritas antes. La significancia del coeficiente y, en particular, el signo permite establecer el efecto del consumo de este recurso en términos absolutos (*cta*) y competitivos (*ivcr*) en el nivel de actividad económica, considerando datos a nivel sectorial, entendida como valor agregado o rentabilidad. En la primera especificación del modelo se espera un signo positivo y en la segunda negativo, puesto que el mayor consumo de agua y mayor competitividad en su uso debería conducir a una mayor actividad productiva a nivel estatal. Formalmente:

$$acteco_i = \alpha + \beta_1 agua_i + \gamma_1 reg_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Como se señaló, la variable región (*reg*) se incluye para conocer si el hecho de que una entidad pertenezca a la región norte del país, la de mayor actividad productiva, tiene ventaja respecto a las entidades fuera de esa región, puesto que, en principio, la capacidad de producción depende de la etapa de desarrollo por la que atraviese cada región (Disstefano y Kelly, 2017). Las estimaciones siguen tres principios básicos: parsimonia, generalidad y disponibilidad. En otras palabras, se emplea un modelo simple y general basado en la información disponible, para

determinar el efecto del consumo del recurso hídrico en la actividad económica a nivel estatal para los sectores señalados.

El cuadro 5 presenta los coeficientes de correlación de Pearson agregados. Todos los coeficientes son significativos y con el signo correcto, sugiriendo la existencia de una correlación positiva entre las variables asociadas con el consumo de agua y las que miden la actividad productiva para el total de sectores económicos. Esto se comprueba con la estimación de un modelo de corte transversal.

Cuadro 5
Correlaciones entre actividad económica y consumo de agua

<i>Variable</i>		<i>cta</i>	<i>ivcr</i>
<i>vacb</i>	Correlación de Pearson	0.6028*	-0.1008*
	Significancia	0.000	0.016
<i>r</i>	Correlación de Pearson	0.0394*	-0.0965*
	Significancia	0.046	0.021
N=576			

* La correlación es significativa al nivel 0.01.
cta (consumo total de agua); *ivcr* (índice de ventaja compartiva revelada); *vacb* (valor agregado censal bruto); *r* (rentabilidad).
Fuente: elaboración propia con base en los resultados del análisis.

Se verifica la validez de las estimaciones por medio de pruebas de hipótesis estructurales del modelo (cuadro 6). Primero, se calcula la raíz cuadrada del coeficiente de determinación (R2) de las cuatro especificaciones del modelo estimado por MCO; en todos los casos, éste es más grande que el coeficiente de correlación entre regresores, por lo que hay evidencia de no multicolinealidad. Para corroborar lo anterior, se calcula el FIV, encontrándose valores promedio menores a 10 (excluyendo de nuevo a la variable *ing*). Así, se acepta que no existe multicolinealidad alta.

Asimismo, si bien es un problema común en los modelos de corte transversal, se prueba la no existencia de heterocedasticidad. Como en las cuatro especificaciones el test de White señala la presencia de heterocedasticidad (p-valores menores a 0.05), se reestima por mínimos cuadrados generalizados factibles, ponderados con la inversa de la varianza y con errores estándar consistentes con heterocedasticidad de White, que disminuye la heterocedasticidad característica de estos modelos. Así, el test señala que no se puede rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad, puesto que todos los p-valores obtenidos son mayores a 0.05 (0.192, 0.184, 0.123 y 0.121, respectivamente). Por último, como los interceptos son, en general, significativamente distintos de cero, basados en el estadístico

$F=277.4$, $F=12.9$, $F=49.9$ y $F=55.9$ para cada especificación, con p-values cercanos a cero, se acepta que los resultados estimados son econométricamente válidos.

Las estimaciones se muestran en el cuadro 6. En las distintas especificaciones del modelo, la variable de interés es estadísticamente significativa y el signo encontrado es el correcto. Si bien el signo del efecto del consumo total de agua sobre la rentabilidad es contrario al esperado, no es significativo. Esto último está en línea con Distefano y Kelly (2017), quienes afirman que la rentabilidad derivada del agua ha disminuido en algunos países a partir del cambio estructural que posiblemente llevó a la especialización en sectores menos eficientes. En contraste, Mas *et al.* (1996) demuestran que la infraestructura hídrica se relaciona positivamente con la productividad del sector privado.

Cuadro 6
Efectos del consumo de agua en el desarrollo productivo a nivel estatal

<i>Variables</i>	<i>lvacb</i>		<i>lrent</i>	
<i>lca</i>	0.733*** [0.032]	— —	-0.253 [0.026]	— —
<i>reg</i>	0.144** [0.112]	0.998*** [0.213]	0.0918 (0.125)	-0.0185 (0.122)
<i>lvcr</i>	— —	-0.266** [0.104]	— —	-0.625*** (0.0597)
<i>C</i>	5.866*** (0.110)	7.860*** (0.0916)	5.862*** (0.0873)	6.195*** (0.0526)
<i>N</i>	576	576	576	576
<i>R2</i>	0.492	0.430	0.448	0.463
<i>F-Schmedecor</i>	277.4	12.94	49.86	55.90
<i>R2-ajustado</i>	0.490	0.399	0.445	0.460
<i>Test de White</i>	0.192	0.184	0.123	0.121
<i>VIF</i>	1.05	1.02	1.05	1.02

Errores estándar en paréntesis.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
Todas las variables están en logaritmos, excepto *reg*.
Fuente: elaboración propia con base en los resultados del análisis.

En la primera especificación, las entidades son capaces de materializar los incrementos en el consumo total de agua en aumentos en el valor agregado, independientemente de su nivel de especialización productiva. En la segunda, la mayor demanda total de agua no parece tener efecto significativo en los niveles de rentabilidad en los estados. En la tercera, la elasticidad es negativa, por lo que un menor *ivcr*, esto es, mayor competitividad en el uso del agua, lleva a aumentar el valor agregado en los procesos productivos. En la última estimación, aumentos de competitividad, que implican menores índices, conducen a mayor eficiencia y, por tanto, a mejores resultados en términos de rentabilidad.

En general, parece que el consumo de agua favorece al desempeño sectorial más que constituirse en un cuello de botella. Al respecto, Corrales (2020) argumenta que, desde el punto de vista económico, el alto consumo de agua en determinadas industrias se compensa con el valor generado. Este hallazgo está en línea con estudios recientes como Zhang *et al.* (2016), en el que se encuentra correlación entre el valor agregado industrial y el uso del agua a nivel región, en China. También, confirma los resultados de la Unesco (2016) sobre la correlación positiva entre la inversión en el sector del agua, que lleva a usos más eficientes de este recurso, y el crecimiento económico. Sin embargo, los variados resultados deben tomarse con cautela, por lo que en última instancia señalan que el recurso hídrico es una condición necesaria, pero no suficiente para el crecimiento productivo.

Lo anterior implica que, para las entidades con elasticidades negativas del *ivcr*, las ventajas estructurales en el inicio respecto al consumo de agua contribuyen a que sus sistemas productivos mantengan costos de agua competitivos, que compensan las elasticidades positivas en determinadas entidades. Esto significa que los procesos productivos implementados son comparativamente eficientes en el uso del agua en promedio para todos los estados. No obstante, dado que el recurso hídrico es limitado, debe reconocerse que existen efectos multiplicadores entre sectores y regiones (Lenzen y Foran, 2001), que llevan a que existan entidades ganadoras y perdedoras. La estimación del efecto individual requiere contar con información para más años y conocer así su dinámica. Esta tarea es una posible extensión del actual documento.

De este modo, el que los costos del agua sean comparativamente de limitada importancia en la estructura de costos es un factor esencial para la actividad productiva a nivel estatal; contribuyen a agregar valor y alcanzar mayores niveles de rentabilidad. Una idea similar es discutida por Guzmán Soria *et al.* (2011) para el caso del uso industrial del agua en Guanajuato. En consecuencia, es previsible que aumentos en la eficiencia en el consumo sectorial de agua conduzcan a una estabilización en su

demanda, tal como señalan Shaofeng *et al.* (2006). Esto implica que el crecimiento sectorial sustentable puede alcanzarse bajo la condición de un consumo eficiente del recurso hídrico, similar a la argumentación de Zhanga *et al.* (2017); si bien, dependerán del precio de este factor.

Asimismo, desde el enfoque de pertenencia a alguna región, se tiene impacto estadísticamente significativo de la variable *reg* en el desempeño productivo a nivel estatal cuando se considera el valor agregado. Corrales (2020) encuentra un resultado similar al argumentar que las entidades de la frontera norte registran rendimientos más elevados a partir del uso del agua industrial. En otras palabras, las diferencias en ventajas comparativas y procesos eficientes de producción se pueden asociar con cuestiones territoriales. Al respecto, puede argumentarse que la oferta de agua relativamente abundante y de bajo costo en las regiones más productivas proveniente de las entidades abundantes ha contribuido a la actividad económica en esas regiones dinámicas. Asimismo, la disponibilidad de agua en esta región constituye una fuente principal para la provisión de otro tipo de infraestructura necesaria para la producción, por ejemplo, electricidad o gas (Rud, 2012) y, por ende, es un factor que explica dicho dinamismo.

Conclusiones

El consumo de agua en México ha crecido en los últimos años; esta tendencia se mantendrá en el futuro, dado el crecimiento y las necesidades de la población y el avance de los sectores económicos. Históricamente, el agua se ha empleado desde una perspectiva en la que se considera como un recurso infinito y, por ende, su uso eficiente ha sido de interés secundario. Sólo recientemente se ha presentado un cambio de paradigma en el que los agentes asumen una posición de mayor interés y responsabilidad por el cuidado y uso del recurso, así como por las posibles consecuencias. Este documento contribuye al análisis mediante evidencia robusta de los principales factores determinantes del consumo del agua a nivel sectorial y estatal en el país, así como del efecto de este consumo en la actividad económica.

En concreto, se identificó que el consumo de agua, tanto en términos absolutos como competitivos, contribuye significativamente a la actividad productiva estatal dada la disponibilidad del recurso hídrico para su consumo en las diferentes etapas del proceso de producción, en el total de actividades económicas. Se observó que el consumo de agua, medido por el índice de ventaja comparativa revelada, tiene elasticidades estadísticamente significativas, por lo que el consumo industrial basado en la ventaja estructural relativa a su uso implica una menor proporción del agua en

la estructura total de costos. Asimismo, su consumo lleva a un mejor desempeño económico, que se traduce en mayores niveles de rentabilidad, dadas las elasticidades significativas y con signos correctos.

Las estimaciones permitieron establecer que el conjunto de variables que determinan la actividad productiva de los sectores económicos es estadísticamente significativo en el consumo del agua, excepto el acervo de unidades y equipo de transporte. Factores como el personal ocupado total; el consumo de combustibles, lubricantes y energéticos, y de energía eléctrica; el acervo total de maquinaria y equipo de producción, de bienes inmuebles y de equipo de cómputo y periféricos se traducen, para el promedio estatal, en aumentos en el consumo de agua. Por tanto, la expansión de la escala determina mayores niveles de consumo total de agua. Asimismo, al considerar las ventajas iniciales en el uso del agua, recogida en el índice de ventaja competitiva, la mayor demanda de combustibles, energía eléctrica, bienes inmuebles y de equipo de cómputo implican consumos competitivos del recurso hídrico (elasticidades estadísticamente significativas).

Adicionalmente, desde el enfoque del consumo de agua se identificó una paradoja para la actividad productiva. Esto es, las entidades de la frontera norte, con limitada disponibilidad endógena de agua, reflejan ventajas estructurales en el consumo del agua en comparación con el resto de entidades con mayor disponibilidad del recurso. Así, las entidades del norte son más productivas no obstante que consumen un recurso relativamente escaso para ellas. Un caso es el del estado de Chihuahua, donde por una parte los agricultores se enfrentan contra la guardia nacional norteamericana por la extracción del agua de los ríos Bravo y Colorado tras haber sufrido una pronunciada sequía. Y, por otra, en Baja California se enfrentaron la población y el gobierno sobre la adopción de la nueva ley del agua. Este enfrentamiento surge de la desconfianza de la ciudadanía basada en la supuesta privatización del servicio de agua potable, que implicaría su encarecimiento (García-Gómez, 2018).

Así, las elasticidades constituyen una guía para los hacedores de política, quienes deben considerar que las decisiones asociadas con proyectos hídricos impactan en los patrones espaciales de crecimiento productivo. En consecuencia, es imperativo que las políticas industriales, y todas aquellas vinculadas con el fomento sectorial, desarrollen y actualicen las ventajas comparativas en el consumo de agua, que son heterogéneas entre las entidades federativas. En general, las políticas y programas de fomento del consumo competitivo del agua deben orientarse a establecer estructuras de costos del agua más competitivas, al tiempo que se hacen más eficientes otros elementos del proceso productivo y de la cadena de valor en sentido amplio. Conforme las desventajas estructurales de las entidades

no fronteras se actualicen, se detonarían procesos de crecimiento económico, que estaría caracterizado, además, por ser de naturaleza sustentable, al disminuir el grado de presión sobre este recurso y aumentar la disponibilidad para nuevas unidades empresariales y actividades económicas, contribuyendo no sólo al crecimiento, sino a cerrar la brecha productiva entre estados.

Fuentes consultadas

- Albornoz, Lilian; Guerrero García Rojas, Hilda y Adrián, Daniel (2014), “La vulnerabilidad de la economía yucateca ante limitaciones en la disponibilidad de agua subterránea. Un enfoque de insumo producto”, *Ensayos Revista de Economía*, 33 (2), Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Economía, pp. 77-104.
- Bilaliib Udimal, Thomas; Jincai, Zhuang; Ayamba, Emmanuel Caesar y Mensah Owusu, Samuel (2017), “China’s water situation; the supply of water and the pattern of its usage”, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6 (2), Jiangsu University, School of Management, pp. 491-500, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.10.001>
- Bindra, Satya; Muuntasser, Moh’d; El khweldi, Manjri y Khweldi, Abubaker (2003), “Water use efficiency for industrial development in Libya”, *Desalination*, 158 (1-3), Tripoli, Libya, International Energy Foundation, pp. 167-178, doi: [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(03\)00447-8](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(03)00447-8)
- Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2015), *NUM3RAGUA México 2015*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conagua (2019), “Proyección de agua renovable per cápita (2019)”. Ciudad de México, Sistema Nacional de Información del Agua, <<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=aguaRenovable&n=estatal>>, Consultado el 15/11/2020.
- Conagua (2016), *Estadísticas del agua en México*, Ciudad de México, Conagua.

- Corrales, Salvador (2020), “El uso industrial del agua en la cervecería Heineken en Monterrey, México”, *Región y Sociedad*, 32, Hermosillo, El Colegio de Sonora, doi: 10.22198/rys2020/32/1298
- Distefano, Tiziano y Kelly, Scott (2017), “Are we in deep water? Water scarcity and its limits to economic growth”, *Ecological Economics*, 142, Elsevier, pp. 130-147, doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.019
- Duarte, Rosa; Pinilla, Vicente y Serrano, Ana (2014), “Looking backward to look forward: water use and economic growth from a long-term perspective”, *Applied Economics*, 46 (2), Reino Unido, Taylor and Francis, pp. 212-224.
- Durán, José y Álvarez, Mariano (2008), “Indicadores de comercio exterior y política comercial: Mediciones de posición y dinamismo comercial”, Santiago de Chile, Cepal.
- Fondo para la Comunicación y Educación (FCEA, 2017), *Agua en México: Un prontuario para la correcta toma de decisiones*, Ciudad de México, Fondo para la Comunicación y Educación Ambiental, A.C.
- Flörke, Martina; Kynast, Ellen; Bärlund, Ilona; Eisner, Stephanie; Wimmer, Florian y Alcamo, Joseph (2013), “Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study”, *Global Environmental Change*, 23 (1), Elsevier, pp. 144-156, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.018>
- García-Gómez, José (2018), “Autogestión: La visión que falta en la gestión del agua en Baja California”, *Frontera Norte*, 30 (59), Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, pp. 185-191, doi: <http://dx.doi.org/10.17428/rfn.v30i59.888>
- Grey, David y Sadoff, Claudia (2006), “Water for growth and development”, *Thematic Documents of the IV World Water Forum*, Ciudad de México, Comisión Nacional del Agua.
- Guajardo Quiroga, Ramón y García López, Patricia (2001), “Análisis de la estructura del sector agua en Nuevo León y sus relaciones intersectoriales”, *Estudios Económicos*, 16 (2), Ciudad de México, El Colegio de México, pp. 253-270, doi: <https://www.jstor.org/stable/40311449>

- Guerrero García Rojas, Hilda R. (2005), "Industrial water demand in Mexico: Econometric analysis and implications for 'water management policy'", tesis de doctorado, Toulouse I France, Université des Sciences Sociales.
- Guzmán Soria, Eugenio; García, José; Rebollar Rebollar, Samuel y Hernández Martínez, Juvenio (2011), "Determinantes del consumo de agua por los sectores urbano e industrial en Guanajuato", *Análisis Económico*, 26 (63), Ciudad de México, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 199-213.
- Hanemann, Michael (2006), "The economic conception of water", en Peter P. Rogers, M. Ramón Llamas y Luis Martínez-Cortina (eds.) *Water Crisis: Myth or Reality?*, Londres, Taylor and Francis, pp. 61-92, doi: <https://doi.org/10.1201/9781439834275.pt2a>,
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019), "Censos Económicos 2019", Aguascalientes, Inegi.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018), "Sectores de actividades económicas, 2018", Aguascalientes, Inegi.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2014), "Censos Económicos 2014", Aguascalientes, Inegi.
- Jaramillo-Villanueva, José (2015), "Determinantes de la demanda del agua en el desarrollo regional: una experiencia nacional y local", tesis de maestría, Tamaulipas, Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Juárez González, Jorge Armando (2011), "La Administración del agua y el desarrollo sustentable en México: una visión prospectiva", XVI Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kumar, Sanjiv; Lawrence, David; Dirmeyer, Paul y Sheffield, Justin (2013), "Less reliable water availability in the 21st century climate projections", *Earth's Future*, 2 (3), North, Central and South America, AGU Publications, pp. 152-160, doi: <https://doi.org/10.1002/2013EF000159>.

- Lenzen, Manfred y Foran, Barney (2001), "An input-output analysis of Australian water usage", *Water Policy*, 3 (4), Londres, IWA Publishing, pp. 321-340, doi: 10.1016/S1366-7017(01)00072-1
- Magaña Rueda, Víctor Orlando (2009), *Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones*, Ciudad de México, Instituto Nacional de Ecología e Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.
- Mas, Matilde; Maudos Villarroya, Joaquin; Pérez, Francisco y Uriel Jiménez, Ezequiel (1996), "Infrastructures and productivity in the Spanish regions", *Regional Studies*, 30 (7), Londres, Routledge, pp. 641-649, doi: 10.1080/00343409612331349938
- Muller, Mike; Chikozho, Claudious y Hollingworth, Brian (2015), *Water and regional integration*, Pretoria, Water Research Commission.
- Rodríguez Jiménez, Juan José (2008), *Hacia un uso sostenible de los recursos naturales*, Sevilla, Universidad Internacional de Andalucía.
- Rud, Juan (2012), "Electricity provision and industrial development: Evidence from India", *Journal of Development Economics*, 97 (2), Ámsterdam, Elsevier, pp. 352-367, doi: 10.1016/j.jdevec.2011.06.010
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2014), *Estadísticas del agua en México Edición 2014*, Ciudad de México, Semarnat.
- Semarnat (2019), *Informe de la situación del medio ambiente en México 2018*, Ciudad de México, Semarnat.
- Yiri, Shang; Jiaqi, Zhai; Shi, Hongwang; Zhao, Yong y Sang, Xuefeng (2016). "Influencing Factor Identification of Industrial Water Use Changes in Tianjin and Their Impact Assessment", *Energy Procedia*, 88, Londres, Elsevier, pp. 58-62, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.017>
- Shaofeng, Jia; Hong, Yang; Shifeng, Zhang; Lei, Wang y Jun, Xia (2006), "Industrial water use Kuznets Curve: evidence from industrialized countries and implications for developing countries", *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132 (3), Michigan,

ASCE Journals, pp. 183-191, doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2006\)132:3\(183\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:3(183)).

Unesco (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2016), *Water and jobs*, París, The United Nations World Water Development Report 2016.

WERF (Water Environment Research Foundation) (2014), *National economic and labor impacts of the water utility sector*, Denver, WERF.

Zhao, Xuelian; Fan, Xinghua y Liang, Jiaochen (2017), “Kuznets type relationship between water use and economic growth in China”, *Journal of Cleaner Production*, 168, Ámsterdam, Elsevier, pp. 1091-1100.

Zhang, Conglin; Dong, Leihua; Liu, Yu y Qiao, Haijuan (2016), “Analysis on impact factors of water utilization structure in Tianjin, China”, *Sustainability*, 8 (3), Basel, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, pp. 241-252.

Zhang, Fu; Xuea, Huang; Wanga, Huichun y Dong, Huifang (2017), “Industrial growth path under the restriction of water resources in China”, *Procedia Engineering*, 174, Londres, Elsevier, pp. 934-940.

Recibido: 21 de mayo de 2020.

Reenviado: 14 de diciembre de 2020.

Aceptado: 17 de enero de 2021.

Omar Neme Castillo. Doctor en ciencias económicas por el Instituto Politécnico Nacional, maestro en Negocios Internacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México y licenciado en Economía por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Actualmente es profesor-investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación son: desarrollo económico y comercio internacional. Entre sus más recientes publicaciones como coautor se encuentran: “Stock de tecnología e ingreso per cápita en América Latina y Asia del este y sudeste” (2020), *Asian Journal of Latin American Studies*, Dongdaemun-gu, Latin American Studies Association of Korea, 33 (1), pp. 1-25; “Usos del agua en México. Una taxonomía de entidades competitivas” (2020), *Temas de Ciencia y Tecnología*, 24 (70), Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca, pp. 3-11 y “El proteccionismo como nueva estrategia para

el crecimiento económico” (2019), *Revista Gestión de las Personas y Tecnología*, 12 (34), Santiago, Universidad de Santiago de Chile, pp. 83-95.

Ana Lilia Valderrama Santibáñez. Doctora en ciencias económicas por el Instituto Politécnico Nacional. Es profesora-investigadora de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus principales líneas de investigación son: el comportamiento de los agentes económicos y la creación de Pymes, técnicas para el desarrollo de habilidades gerenciales, agentes innovadores, organización industrial y sistemas de innovación, organización industrial en México y desarrollo económico, el papel de las finanzas públicas en el crecimiento económico. Entre su más recientes publicaciones como coautora se encuentran: “Stock de tecnología e ingreso per cápita en América Latina y Asia del este y sudeste” (2020), *Asian Journal of Latin American Studies*, Dongdaemun-gu, Latin American Studies Association of Korea, 33 (1), pp. 1-25; “Usos del agua en México. Una taxonomía de entidades competitivas” (2020), *Temas de Ciencia y Tecnología*, 24 (70), Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca, pp. 3-11; y “El proteccionismo como nueva estrategia para el crecimiento económico” (2029), *Revista Gestión de las Personas y Tecnología*, 12 (34), Santiago, Universidad de Santiago de Chile, pp. 83-95.

Césaire Chiatchoua. Doctor en ciencias económicas por la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, México. Es profesor-investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Sus líneas de investigación son: desarrollo económico, administración de empresas, política económica y desarrollo regional. Entre sus más recientes publicaciones como coautor se encuentran: “Stock de tecnología e ingreso per cápita en América Latina y Asia del este y sudeste” (2020), *Asian Journal of Latin American Studies*, Dongdaemun-gu, Latin American Studies Association of Korea, 33 (1), pp. 1-25; “Usos del agua en México. Una taxonomía de entidades competitivas” (2020), *Temas de Ciencia y Tecnología*, 24 (70), Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca, pp. 3-11; y “El proteccionismo como nueva estrategia para el crecimiento económico” (2019), *Revista Gestión de las Personas y Tecnología*, 12 (34), Santiago, Universidad de Santiago de Chile, pp. 83-95.