



Nova Scientia

E-ISSN: 2007-0705

nova_scientia@delasalle.edu.mx

Universidad De La Salle Bajío

México

Morales Ramírez, Dionicio; Gracia Guzmán, Ma. Dolores; Casanova, Oscar Laureano;
Mar Ortíz, Julio

El impacto de la información y la conducta pro - ecológica sobre del consumo doméstico
de agua

Nova Scientia, vol. 9, núm. 18, 2017, pp. 371-393

Universidad De La Salle Bajío

León, Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203350918019>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista Electrónica Nova Scientia

El impacto de la información y la conducta pro-ecológica sobre del consumo doméstico de agua
The impact of information and pro-ecological behavior on domestic water consumption

**Dionicio Morales Ramírez, Ma. Dolores Gracia Guzmán,
Oscar Laureano Casanova y Julio Mar Ortiz**

Facultad de Ingenieria "Arturo Narro Siller",
Universidad Autónoma de Tamaulipas

México

E-Mail: dionicio.morales@gmail.com

© Universidad De La Salle Bajío (México)

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar si la información, las actitudes y la disposición hacia el cuidado del agua son determinantes para explicar el consumo de agua en el sector doméstico. Como base para el análisis, el consumo de agua *per capita* de 1100 hogares ubicados en el Área Metropolitana de Monterrey, México fue estudiado. Se elaboraron pruebas de asociación y se estimó una función de demanda mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, que incluye tanto el precio del servicio, el ingreso y una variable que captura la información que poseen los individuos sobre el cuidado del agua, las actitudes proactivas y su disposición hacia el cuidado de la misma. Los resultados indican que el precio, los ingresos y las actitudes proactivas son variables importantes para explicar el consumo de agua. Por ello, es importante estimular este tipo de actitudes pro-ecológicas en la sociedad para conservar este recurso natural y contribuir a alcanzar un consumo sustentable de agua.

Palabras clave: elasticidad de la demanda; comportamiento del consumidor; regresión múltiple

Recepción: 05-10-2016

Aceptación: 01-02-2017

Abstract

This paper aims to analyze if the information, attitudes and willingness towards the water care are determinants of water consumption on the domestic sector. As a basis of this study, the *per capita* water consumption of 1100 households located in Monterrey, Mexico was analyzed. The Ordinary Least Squared method was employed to estimate a demand function, which includes the price of the service, the income of the individuals as well as a set of variables that capture the information available to the individuals about water care, the proactive attitudes and their willingness toward the household water care. Results indicate that price, income and the proactive attitudes are variables that explain water consumption. Therefore, it is important to stimulate these pro-ecological attitudes in the society to conserve this natural resource and contribute to reach a sustainable water consumption.

Keywords: demand elasticity, consumer behavior, multiple regression.

Introducción

La administración eficiente del recurso hídrico en los países, es un tema de vital importancia, puesto que es un recurso natural esencial para el desarrollo de la vida y las sociedades. Su uso es fundamental para las actividades agrícolas, para la generación de electricidad mediante hidroeléctricas, así como el desarrollo humano y económico de una región. En los hogares, contribuye positivamente al mantenimiento de la salud pública, ya que es primordial para llevar a cabo las labores de higiene personal y de la vivienda, evitándose así la propagación de microorganismos dañinos para la salud humana; por lo que el acceso al agua es un derecho humano.

Evidentemente los avances tecnológicos juegan un papel determinante en el consumo de agua actual, pues dichos avances contribuyen a disminuir las cantidades empleadas del recurso por equipo (eficiencia por diseño). Por ello, cualquier política pública que incentive la sustitución de equipos obsoletos por nuevos, incide directamente en la reducción de los consumos de agua. Sin embargo, es claro notar que el uso de los sistemas que emplean agua como insumo queda en función de los individuos y sus estilos de vida. De esta manera, para obtener una administración más eficiente del agua y con ello contribuir a su optimización, es necesario que cada individuo emplee adecuadamente el recurso dentro de su entorno. Pues de continuar desperdiciándola, será todo un reto para el futuro asegurar una provisión sustentable (Gallopín, 2001).

El acceso al agua es tan importante para garantizar el bienestar de las sociedades que su disposición fue incluida como una actividad clave dentro de los Objetivos del Milenio. Según el reporte emitido por las Naciones Unidas, 147 países han cumplido dicha meta, pasando de 2300 millones de usuarios en 1990 a 4200 millones en 2015 (ONU, 2015). Sin embargo, el crecimiento urbano y la escasez del recurso hídrico, constituyen el verdadero reto para la administración eficiente y sustentable del mismo. Por ello, es de suma importancia elaborar estrategias que contribuyan a una mejor gestión de este recurso natural.

Carabias y Landa (2005) señalan que una gestión sustentable del agua implica la optimización del recurso, la minimización de las externalidades negativas sobre el medio ambiente, de manera que no se ponga en riesgo la permanencia del ciclo de vida hidrológico y que se fomente la equidad

social. Además debe cumplir cuatro requisitos básicos: 1) asegurar la disponibilidad del recurso; 2) acceso a todos los usuarios; 3) administración financiera viable; y 4) establecer condiciones para que se preserve para las futuras generaciones.

En México, se han hecho esfuerzos para el establecimiento de un sistema de gestión integral de cuencas hidrológicas en las cuales se optimice el uso del recurso. En donde se destaca el caso del organismo operador de agua del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Nuevo León, el cual es considerado como uno de los mejores organismos operadores en términos de su desempeño y eficiencia operativa en el país –sin llegar a considerarse como sustentable– (Monforte *et al.*, 2012). Aún a pesar de que la cuenca que abastece de agua al AMM presenta problemas de escases, contaminación y deterioro ambiental, además de presentar problemas de calidad tanto en acuíferos como en aguas superficiales (Cázares *et al.*, 2011). Lo que ha llevado a que el AMM y el estado de Nuevo León en general tengan un alto nivel de estrés hídrico (CONAGUA, 2014). Y como consecuencia de una mayor demanda futura del recurso, el gobierno Estatal está considerando trasladar agua desde los límites de los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz hasta la presa Cerro Prieto en Nuevo León. En lo que se ha denominado el megaproyecto Monterrey VI. Sin embargo, se reconoce que los esfuerzos técnicos y administrativos del organismo operador de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) han sido considerables para incrementar el acceso de usuarios a la red, incrementar el volumen tratado de aguas residuales, reducir las pérdidas de agua. Así como fomentar la concientización sobre el uso del agua en los habitantes de la región. Aunque según Monforte *et al.*, (2012), su efectividad aún no ha sido evaluada por la falta de una metodología.

En este sentido, el objetivo principal de esta investigación consiste en determinar si el poseer información sobre el tema del agua, la disposición para su ahorro y algunas actitudes de cuidado, son características que pueden ayudar a usar de manera sustentable el recurso al interior de los hogares. Vale la pena comentar que desde la perspectiva del modelo, la variable información capta únicamente si los encuestados conocen la existencia de campañas publicitarias de concientización, sin indagar propiamente sobre el entendimiento del mensaje. Para ello, se aplicó un cuestionario semiestructurado en 1100 hogares dentro del Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Se elaboraron pruebas de asociación entre el consumo de agua en litros, el precio

promedio del servicio, el nivel de ingresos y las variables categóricas que permitieron identificar a un individuo con determinada característica. Además, se elaboró una regresión múltiple a fin de estimar el efecto de las anteriores variables sobre el consumo *per capita* de agua.

El resto de este documento se estructura de la siguiente manera: primero, se hace una revisión de la literatura sobre los trabajos que analizan las actitudes y los comportamientos que favorecen el cuidado del agua en los hogares y que son definidos como conductas pro-ecológicas. Posteriormente, se describe el área de estudio, la muestra, el tipo de muestreo y el modelo estadístico empleado. Después, se presentan los resultados de las pruebas de asociación y las estimaciones del modelo propuesto. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

Antecedentes

El consumo de agua residencial se define como aquel que es usado para todas las actividades del hogar, incluyendo el agua para beber, el aseo y la preparación de alimentos (WHO, 1993). White *et al.*, (1972), señalan que el uso del agua puede clasificarse en tres tipos: 1) el consumo que incluye bebida y preparación de alimentos; 2) higiene tanto personal como del hogar; y 3) uso de equipamiento como el lavado del carro y el regado de césped. De esta manera, la demanda de agua que se lleva a cabo en los hogares es un reflejo de las actividades señaladas anteriormente, las cuales a su vez dependen de los estilos de vida (hábitos, usos y costumbres) así como de cuestiones financieras de la familia.

Debido a que el uso del agua se encuentra ligado directamente al comportamiento de los individuos, algunos autores han estudiado las características personales y las situaciones que determinan el desperdicio del recurso (Corral, Bechtel y Fraijo, 2003). Bajo este enfoque psicológico-ambientalista, se ha identificado el concepto de la conducta ecológica, la cual, hace referencia a las conductas que suponen una implicación deliberada y que tienen determinadas consecuencias efectivas sobre la protección del medio ambiente (Corral, 2001). Stern (2000) señala que esta conducta ecológica significativa abarca diferentes tipos de acciones ecológicas caracterizadas, bien por su relevancia o impacto sobre el medio ambiente, o bien por la intención

de proteger o beneficiar al medio ambiente. En donde el ahorro de agua y energía eléctrica entre otras, son acciones características de las conductas pro-ecológicas (Corral, 2010).

Un estudio muy reciente sobre los factores actitudinales y de comportamiento sobre el consumo de agua, es el realizado por Hong y Chang (2014) en Portland, Oregon. Estos autores, aplican una encuesta a 664 familias y calculan el consumo diario promedio de agua en verano (junio a septiembre) del 2000 al 2005 para las 162 familias que contestan la encuesta. Empleando un modelo de regresión múltiple que incluye diversas variables como las actitudes hacia la conservación del agua, la percepción ambiental e información demográfica como el nivel de educación, tamaño de la casa, características del jardín, nivel de ingresos, responsabilidad de la comunidad, así como la responsabilidad ambiental y el consumo de agua. Los resultados señalan que el 41% de las variaciones en el consumo domiciliario de las familias es explicado por el tamaño de la casa, las actitudes de conservación del agua, la participación de la comunidad en los hogares y las características del jardín. En tanto que el ingreso promedio de la familia no fue un buen predictor del consumo de agua.

En este mismo sentido, Strauss *et. al.*, (2016) retoma el trabajo de Hong y Chang (2014) y amplían la muestra a 680 hogares y para el análisis de los datos emplean un modelo de ecuaciones estructurales. Los autores encuentran que dichas actitudes pro-conservacionistas son fuertes predictoras del actual consumo de agua en el verano. Por lo que sugieren llevar a cabo programas educativos para promover la conciencia sobre la conservación del agua.

Dascher, Kang y Hustvedt (2014) estudian la relación entre la percepción de consumo en sequías severas, la importancia percibida sobre las variables de conservación del agua, la participación en el consumo consciente de agua/energía y la eficacia percibida de consumo en temas ambientales generales, así como en casos especiales como la sequía. Para ello, aplican una encuesta a 273 consumidores en el estado de Texas en Estados Unidos. Empleando un análisis exploratorio y confirmatorio, así como un modelo de ecuaciones estructurales encuentran que la efectividad percibida de los consumidores es muy importante para el comportamiento sustentable del consumidor. Además sugieren que las políticas para administrar sustentablemente los recursos deben de enfocarse hacia las campañas educacionales en lugar de proveer incentivos para el uso

de tecnología eficiente que contribuya a la conservación del agua. Sin embargo, Nieto (2004) comenta que las campañas de concientización no son lo suficientemente efectivas para estimular las conductas pro-ambientales debido a que no existe una relación directa entre el conocimiento de la problemática ambiental de un tema y este tipo de conductas. En otras palabras estar informado únicamente sobre problemáticas y riesgos ambientales no te hacen actuar de una manera pro-ambiental. En este punto, autores como Chawla (1988) y González (2007) señalan que la información general e indiferenciada produce pocos o nulos efectos sobre los hábitos y las actitudes, por lo que se recomienda brindar programas de educación ambiental orientados, en donde se acentúen las implicaciones que podrían tener para las personas el manejo responsable e irresponsable del agua y no centrarse únicamente al diseño de campañas publicitarias que transmitan información general del tema.

Willis *et al.*, (2011), por su lado, elaboran un estudio en las Zonas Conurbadas de las Costas Doradas de Australia, en donde encuentran que los hogares que manifiestan tener una alta percepción sobre la importancia del cuidado del agua presentan diferencias significativas en la conservación del recurso respecto de aquellas que dicen tener una percepción moderadamente fuerte. Asimismo, Moser *et al.*, (2010) y Dolnicar *et al.*, (2012), señalan que las actividades que fomentan la cultura hacia el cuidado del agua ayudan en buena medida a explicar las diferencias en las magnitudes de conservación del agua entre las ciudades. En otras palabras, los hogares en donde se llevan a cabo programas de conservación son más propensos a cuidar el recurso en comparación de aquellos que no los llevan a cabo.

Otro interesante estudio sobre el consumo de agua y el comportamiento de los usuarios es desarrollado por Domene y Saurí (2006) en la Región Metropolitana de Barcelona, España. Los autores aplican una encuesta vía telefónica a una muestra de 532 hogares en 22 municipalidades dentro del área de estudio para investigar la influencia del índice que capta las buenas prácticas del consumidor, el nivel de ingresos, el precio¹ promedio, tamaño del hogar, el tipo y tamaño de la vivienda, así como la tenencia de jardín y piscina, sobre el consumo *per capita* diario de agua. El índice propuesto refleja las prácticas de conservación del recurso que se realizan en el hogar,

¹ En la literatura sobre los determinantes de la demanda de agua o electricidad es común referirse a la tarifa como la variable precio. En el presente estudio los emplearemos como sinónimos.

tales como poseer dispositivos ahorradores y cerrar la llave cuando se lavan los dientes. Los resultados para toda la muestra indican que el ingreso, el número de habitantes, el tipo de vivienda, la presencia de jardín y piscina, así como el índice de comportamiento², son relevantes para explicar el consumo. En tanto que el precio promedio del servicio no lo es.

En México, Corral *et al.*, (2008), estudia el consumo de agua en la ciudad de Hermosillo, Sonora. Para ello, emplean un enfoque observacional para el levantamiento de información respecto de las prácticas de uso del agua en los hogares. Además aplica un instrumento que le permite clasificar a los hogares como poseedores de creencias utilitaristas o ecológicas acerca del uso del agua. Los resultados encontrados señalan por un lado, una relación positiva y estadísticamente significativa entre consumo de agua y creencias utilitaristas³; por otro, encuentran una relación estadísticamente negativa y significativa entre el consumo de agua y las creencias ecológicas. De esta manera, creer que el agua es un recurso escaso y limitado conlleva a las personas a conservar o cuidar el recurso de manera sustentable al igual que el trabajo desarrollado por Dascher *et al.* (2014).

Lo expuesto anteriormente, nos señala la importancia del estudio del tema del agua desde una perspectiva conservacionista en donde se analizan los atributos ecológicos (actitudes, valores o conciencia) que poseen los individuos y su efectividad para cuidar los recursos. Se encontró también que los enfoques metodológicos para el análisis emplean comúnmente modelos de ecuaciones estructurales, regresiones múltiples así como regresiones multinivel y variables instrumentales entre otras. En el presente trabajo, se tomaron algunas ideas conceptuales sobre el denominado comportamiento pro-ecológico para elaborar las variables binarias propuestas y estudiar su efecto sobre el consumo de agua doméstica en el Área Metropolitana de Monterrey en Nuevo León, México empleando un modelo de regresión múltiple.

² El índice de comportamiento presentó un signo negativo y estadísticamente significativo.

³ Las creencias utilitaristas hacen referencia a la idea de que el medio ambiente está al servicio del ser humano. El agua potable es un recurso ilimitado o con seguridad los avances tecnológicos resolverán el problema de la escasez de agua, son ejemplos que enuncian este tipo de creencias.

Método

El área de estudio: El análisis se lleva a cabo sobre el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) en el estado de Nuevo León, la cual abarca los municipios de Apodaca, García, San Pedro Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina. Según el Censo de Población y Vivienda que elabora el INEGI, en el año 2010, el estado de Nuevo León se encuentra integrado por 4653458 habitantes, los cuales conforman un total de 1191114 hogares y en donde cada hogar cuenta con aproximadamente 3.9 individuos. Del 2005 al 2010 presentó una tasa de crecimiento poblacional del 2.1%, siendo ésta mayor a la nacional registrada de 1.8%. Lo que da una perspectiva de la dinámica demográfica del área de estudio y de los posibles requerimientos o recursos que se tendrán que utilizar para satisfacer el crecimiento de la misma. Un dato importante que vale la pena destacar es que aproximadamente el 88% de la población del estado de Nuevo León se concentra en el AMM, por lo que el abastecimiento del recurso para los hogares, la industria y el comercio plantea un gran problema para su gestión integral y sustentable.

Como se mencionó anteriormente, el organismo operador que administra los Servicios de Agua y Drenaje en el AMM es considerado altamente eficiente en sus operaciones ya que en términos de la cobertura de agua potable, el 99% de la población del Estado cuenta con el servicio en el hogar y el 95% tiene acceso a la red de alcantarillado⁴. La eficiencia comercial que se reporta en el 2014 es de 97.2% para el AMM y de 95.1% para todo el Estado, lo que significa que un gran porcentaje de la población paga en tiempo y forma sus cuentas. Prácticamente el 100% de las aguas residuales que ingresan al sistema es tratada y de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 la calidad promedio del agua tratada cumplió con los límites permisibles de contaminantes SADM (2014). En términos del volumen de facturación y usuarios en la red, el SADM reporta las siguientes cifras.

⁴ El Organismo Operador de Agua (SADM) según el decreto 61 del Congreso del Estado, el 16 de junio de 1995 señala que la Institución asume la responsabilidad de otorgar los servicios para todos los municipios del Estado, mediante la desaparición del Sistema Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Nuevo León, SISTELEON. Véase la sección de antecedentes: <http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/seccion.jsp?id=143&opm=0&sadm=28>

Cuadro 1. Facturación de agua y total de usuarios en el AMM

Año	Facturación metro cúbico	Facturación millones de pesos	Usuarios
2013	187,512,144.0	2,305.4	1,095,607.0
2014	197,945,640.0	2,564.1	1,126,170.0

Fuente: reporte anual 2014 del SADM.

Aquí se puede notar que el consumo por metro cúbico se incrementó en 5.56%, la facturación que se da en millones de pesos creció en 11.22% al igual que el número de usuarios lo hizo en 2.78%. De acuerdo a la CONAGUA (2014), Nuevo León pertenece a la región hidrológica administrativa VI. *Rio Bravo*. La cual presenta un grado de presión de 71.7% o estrés hídrico alto. Además, si consideramos que las condiciones climatológicas de la región son semiáridas con baja probabilidad de lluvia y alta probabilidad de sequías así como con temperaturas que llegan a alcanzar más de los 40 grados centígrados en verano, el problema de abastecimiento físico generado por las condiciones naturales del medio ambiente de la región, se vuelve cuestión de tiempo, por lo que es necesario generar grandes proyectos para traer agua de otros lados, como el polémico megaproyecto Monterrey VI⁵. Aunque se reconoce que el verdadero problema de la escasez de agua tiene que ver con los procesos sociales de la región, es decir, en la forma en la que está organizada la sociedad para satisfacer sus necesidades. Padilla (2012), señala que “la construcción social de una situación de escasez de agua sólo puede ser aprehendida considerando el modo cómo se ha construido socialmente el territorio donde se ha producido y se vive la escasez”. Por tanto, transportar el agua de otros lugares es una solución parcial al verdadero problema del agua.

La muestra y el tipo de muestreo: Se aplicaron 1100 cuestionarios semiestructurados en los hogares que conforman la región de estudio durante los meses de junio, julio y agosto del año 2013⁶ y mediante un muestreo no probabilístico que combina el muestreo por cuotas y el casual o incidental⁷ se recolectó la información. Para hacer la distribución de las encuestas en el área de

⁵ Véase el trabajo de Saldívar (S/A).

⁶ El número de encuestas se obtuvo al aplicar la fórmula del tamaño de muestra contemplando el total de hogares del estado de Nuevo León (1191114 hogares) con un 95% del nivel de confianza y un error del 3%. Aunque como se indicó con anterioridad empleamos un muestreo no probabilístico.

⁷ En el muestreo casual o incidental se selecciona directa e intencionalmente a los individuos de la población que van a ser entrevistados y en el muestreo por cuotas se le facilita al entrevistador el perfil de las personas que se tienen que

estudio, se procedió a obtener el número total de hogares que conforma cada municipio según el Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI. Encontrándose los siguientes datos: Apodaca (131510), García (38328), San Pedro Garza García (29434), General Escobedo (87490), Guadalupe (169649), Juárez (65491), Monterrey (293539), San Nicolás de los Garza (113548) y Santa Catarina (65540); dando un total de 994529 hogares en el AMM. Después, se determinó la proporción que representa cada municipio del total y se distribuyeron las 1100 encuestas considerando dicha ponderación. Así por ejemplo, en Apodaca se aplicaron 145 encuestas, en García 42, en San Pedro 33 y así sucesivamente⁸.

El instrumento, las variables categóricas y el modelo: El cuestionario que se aplicó se encuentra integrado por dos secciones. En la primera se recoge información socioeconómica del hogar, así como el gasto por consumo de agua mensual y su consumo en m³ registrado en la factura más reciente del hogar. Y en la segunda, se pregunta sobre los hábitos de uso del recurso natural y su disposición al ahorro del mismo. Empleando nueve preguntas recabadas en la segunda parte del cuestionario, se elaboraron tres variables dummies o ficticias: información, disposición al ahorro y actitud al cuidado. Para la variable de información (INF)⁹, se tomó en cuenta la pregunta 1 y 2; para la disposición al ahorro (DIS)¹⁰, se consideró las preguntas 3, 4 y 5; y para la de actitudes de cuidado (ACT)¹¹, se consideró la 6, 7, 8 y 9. Todas ellas, al ser respondidas de manera afirmativa toman el valor de 1 y 0 de otra forma. El resultado obtenido de los reactivos en cada variable se multiplicó entre sí para obtener el valor final. En este sentido para que una persona sea clasificada con el atributo de información (INF) debe responder afirmativamente a todas las cuestiones.

entrevistar, dejando a su criterio la elección de las mismas, siempre y cuando cubran el perfil deseado. En nuestro caso la población objetivo son las familias que cuentan con el servicio de agua doméstica en el AMM y que pagan por dicho servicio.

⁸ Para el cálculo, primero se determinó el peso del municipio de la siguiente manera: Ponderación = (Número de vivienda del municipio/Número de vivienda total del AMM), después se multiplicó la ponderación por el total de encuestas. Ejemplo aplicando los datos de Apodaca: Paso 1. $[(131,510/994,529) = .132]$; Paso 2. $(.132*1100) = 145.2$

⁹ Preguntas: 1. ¿Sabe qué tarifa le aplican? 2. ¿Conoces las campañas de ahorro de agua que ya se han desarrollado en Nuevo León o el país?

¹⁰ Preguntas: 3. ¿Le gustaría modificar sus hábitos para bajar los consumos? 4. ¿Estarás dispuesto a instalar equipos ahorradores de agua para bajar los consumos? 5. ¿Tienes alguno de estos equipos ahorradores en tu casa?

¹¹ Preguntas: 6. ¿Reúnes la ropa para usar la lavadora con menos frecuencia? 7. ¿En la ducha cierras el grifo mientras te enjabonas? 8. ¿Cierras el grifo mientras cepillas los dientes? 9. ¿Cierras el grifo mientras lavas los platos?

El modelo propuesto:

$$Q_i = \beta_o + \beta_1 Y_{1i} + \beta_2 PA_{2i} + \beta_3 G_{3i} + \beta_4 INF_{4i} + \beta_5 DIS_{5i} + \beta_6 ACT_{6i} + U_i \quad (1)$$

Donde Q_i es el logaritmo del consumo *per capita* de agua doméstica en el hogar i medido en litros por mes¹²; Y_{1i} es el nivel de ingreso del jefe o jefa del hogar i ; PA_{2i} es el precio promedio del agua del hogar i ; G_{3i} es el género del encuestado en el hogar i ; INF_{4i} se refiere a la información que tienen sobre su tarifa y las campañas de ahorro, toma el valor de 1 si es que posee información y 0 de otra forma; DIS_{5i} se refiere a la disposición que se dice tener para ahorrar el recurso natural (agua), toma el valor de 1 si tiene disposición y 0 de otra forma; ACT_{6i} son las actitudes proactivas para el cuidado del agua en el hogar i , toma el valor de 1 si tiene la actitud y 0 de otra forma y por último U_i es el error del modelo econométrico.

Resultados

Las estadísticas encontradas indican que del total de los entrevistados, 52% son del género masculino y 48% pertenecen al género femenino. De la misma forma, el número de habitantes en los hogares muestreados se encuentra entre 4 y 5 personas con un 57.7%, el 27.3% de estas familias tenían 3 o menos miembros y 14.8% de los entrevistados expresaron ser más de 5 personas dentro de su familia. El 90.6% de los hogares encuestados viven en casa propia y el 84.7% se clasifica como unidad familiar. Es importante resaltar, que del total de entrevistados, el 26.3% dijo tener ingresos de entre 5 mil y 8 mil pesos mensuales. El 21.6% de 14 mil en adelante y el 20.7% entre 8 mil y 11 mil pesos. En lo referente al agua, el consumo promedio de toda la muestra analizada fue de 50.403 m³, lo que equivale a 50403 litros mensuales por vivienda o 1625.9 litros diarios al mes¹³. Para caracterizar el perfil de consumo de los hogares se calculó el consumo por nivel de ingresos. Véase el Cuadro 2.

¹² Al aplicar logaritmos a las variables del modelo (consumo y precio) se busca aproximarlas a la distribución normal, y además, al estimar una regresión lineal los coeficientes estimados corresponden a sus elasticidades. Nótese que aunque dicha transformación no logre una distribución normal la interpretación de elasticidades se mantiene.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de los hogares muestreados en el AMM

Nivel ingreso	Consumo promedio (Litros)	Gasto promedio (Pesos)	Consumo <i>per capita</i> promedio (Litros diarios)	Habitantes promedio (Hogares)	Observaciones
Menos de 4999	33941.98	289.20	356.73	4	263
5000 – 7999	44422.68	344.62	351.54	4	291
8000 – 10999	48030.11	348.18	408.39	4	170
11000 – 13999	48694.92	352.30	372.19	4	118
14000 en adelante	55963.22	354.79	441.23	4	146
No responde	60306.25	486.97	590.09	4	112

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

En el cuadro anterior, se puede observar que en promedio un hogar que se sitúa en el nivel de ingresos de entre \$ 8000.00 y \$ 10999.00 pesos consume 48030.11 litros al mes a lo que corresponde un gasto promedio de \$ 348.18 pesos. Además se aprecia que conforme se incrementa el nivel de ingresos el consumo en litros también lo hace. En términos *per capita* se aprecian consumos mayores a 300 litros diarios y de acuerdo la clasificación de la World Health Organization (WHO), se puede concluir que en promedio, en los hogares encuestados del AMM existe un acceso óptimo para promover la salud¹⁴. Esta clasificación de la WHO, indica los niveles de consumo recomendados para cubrir las necesidades básicas de la comunidad. Así, una cantidad mínima aproximada a 20 litros al día por habitante sirve para cubrir el acceso básico, el cual incluye únicamente la preparación de alimentos; un acceso intermedio se alcanza con los 50 litros al día por habitante, con lo que se asegura la limpieza y preparación de alimentos, así como la higiene personal, el lavado y el baño; A partir de los 100 litros al día por habitante en adelante, se considera como acceso óptimo, y en donde todas las necesidades son satisfechas continuamente (WHO, 2003).

Para identificar si las diferencias en el consumo por nivel de ingresos que se observan son estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis y los resultados se muestran a continuación.

¹³ La información se obtuvo de la encuesta aplicada en donde se les solicitó que mostraran el recibo de agua del último mes.

¹⁴ Es necesario aclarar que aunque en promedio el consumo sea considerado como óptimo, pueden existir zonas irregulares dentro del AMM en donde no se alcance este nivel de consumo. Sin embargo, con el instrumento empleado no fue posible identificar esta característica.

Cuadro 3. Prueba de Kruskal Wallis para diferencia de medias

Nivel de Ingresos	Suma de Rango	
	Consumo por hogar (litros)	Consumo <i>per capita</i> (litros)
Chi cuadrado (5 gl)	34.728	31.943
Probabilidad	0.0001	0.0001

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta.

La probabilidad encontrada en ambos casos (consumo agregado y *per capita*) indica que el consumo es diferente entre los niveles de ingreso reportados en la encuesta aplicada y que más adelante se confirman en el análisis de regresión. En lo referente a las preguntas que captan la información, la disposición y las actitudes. Los resultados indican que el 73.5% de los que contestaron, se encuentran desinformados sobre el tema. El 20.5% no tiene disposición para el cuidado del recurso hídrico dentro del hogar, aunque el 61.6% dijo practicar algunas actitudes de cuidado. Además, el 43% de la muestra dijo conocer alguna de las campañas de ahorro de agua que se han desarrollado en Nuevo León o en el país. En donde se mencionan algunas como “Ándale, así sí”, “Cuidala un chorro”, “Gota a gota el agua se agota”, “Amanda ciérrale” o “No la riegues” entre otras. De este 43% que dijo conocer alguna campaña de ahorro, el 58.7% dijo haber aprendido algo de ellas, el 35.8% dijo que fue poco y el 2.5% dijo que no aprendió o sensibilizó en nada.

Con esta información se elaboró un cuadro de contingencia de dos variables –consumo *per capita* por día¹⁵ contra etiquetas propuestas¹⁶– para estimar el grado de asociación entre ambas. Dichas relaciones se analizaron empleando algunas medidas de significación como el Chi cuadrado, la V de Cramer, la correlación de Spearman, Gamma y Tau-b de Kendal¹⁷. Véase el Cuadro 4.

¹⁵ Esta variable se transformó en cuartiles, debido a que la tabla de contingencia se construye a partir de variables categóricas.

¹⁶ Las etiquetas son: información, disposición y actitudes.

¹⁷ La V de Cramer nos indica la fuerza de la asociación entre las dos variables, si el valor del estadístico se encuentra entre 15 y 30 existe una asociación moderada. El estadístico Gamma y la Tau-b de Kendal sirven para ver la dirección entre ambas variables. Véase Escobar, *et al.*, (2012) en la página 252.

Cuadro 4. Estadísticos de asociación

Relación	Chi cuadrada	V de Cramer	Gamma	Tau-b de Kendall	Correlación de Spearman
Información vs Consumo <i>per capita</i> diario	4.887	0.067	-0.040	-0.022	-0.024
Disposición vs Consumo <i>per capita</i> diario	4.313	0.063	0.032	0.016	0.017
Actitudes vs Consumo <i>per capita</i> diario	7.814*	0.084*	-0.091*	-0.054*	-0.060*

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta.

*Estadísticamente significativa al 5% y por lo tanto se rechaza la hipótesis de independencia.

Los estadísticos calculados del Chi cuadrado indican que la única relación estadísticamente significativa es entre las actitudes y el consumo. En otras palabras, las variables si están correlacionadas o asociadas. Sin embargo, el valor de la V de Cramer indica que la fuerza de la asociación es baja, el signo negativo de Gamma y Tau-b de Kendall señalan que existe una relación inversa entre las actitudes y el consumo per cápita diario, en otros palabras un incremento en las actitudes de ahorro ayuda cuidar el uso del agua en el hogar.

En el caso del consumo y el precio promedio del servicio, se encontró una correlación de Pearson de -0.626 empleando el logaritmo natural de las variables mencionadas. Asimismo, se encontró una correlación de -0.666 entre consumo *per capita* diario y el precio promedio. Tal y como lo señala la teoría económica.

Estimación del modelo: Los resultados que se presentan en el Cuadro 5 corresponden a la ecuación propuesta inicialmente. Para ello, las estimaciones se hicieron mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) empleando el software estadístico STATA v.12. Ante la presencia de problemas de heterocedasticidad en el modelo propuesto, se procedió a corregirlo mediante la matriz de varianza-covarianza de errores estándar robustos. Asimismo, se estimó la prueba de Inflación de Varianza (VIF) para detectar multicolinealidad, en donde los resultados indicaron ausencia de este problema.

Cuadro 5. Estimación del modelo

Variables	Coeficientes	Error estándar robustos
Precio	-0.660*	0.037
Nivel Ingreso		
5000 – 7999	0.143*	0.069
8000 – 10999	0.200*	0.080
11000 – 13999	0.216*	0.085
14000 en adelante	0.320*	0.079
Género	-0.013	0.047
Información	-0.037	0.050
Disposición	0.013	0.058
Actitudes	-0.096*	0.048
Municipio		
Escobedo	-0.157	0.103
García	-0.274*	0.135
Guadalupe	-0.205*	0.082
Juárez	-0.056	0.144
Monterrey	-0.135**	0.080
Santa Catarina	-0.294*	0.087
San Nicolás	-0.073	0.070
San Pedro	-0.150	0.138
Constante	6.669*	0.130
R cuadrada	0.463	

*Estadísticamente significativa al 5%.

**Estadísticamente significativa al 10%

Es importante mencionar que la estimación de los coeficientes mediante MCO pudiera presentar un signo positivo entre el precio y la cantidad consumida, contrario a lo esperado por la teoría económica¹⁸ debido al problema de simultaneidad entre ambas variables debido al esquema tarifario en bloques. Para corregir tal problema, se han empleado diversas metodologías econométricas como los Mínimos Cuadrados en 2 etapas y las Variables Instrumentales entre otras. Sin embargo, la dificultad para obtener más datos y aplicar alguno de estos enfoques ha sido la principal limitante para no hacerlo.

¹⁸ De acuerdo al reporte emitido por la CONAGUA y elaborado por el CIDE en su estudio denominado “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México” el uso de Mínimos Cuadrados puede brindar estimaciones correctas en el signo debido a la variabilidad de tarifas en las diferentes

Discusión

Los resultados del modelo propuesto para estimar el impacto de las variables de estudio indican que la información que poseen los encuestados sobre las tarifas y la existencia de campañas publicitarias no tiene un efecto estadístico directo sobre el consumo. Corroborándose así, los argumentos que Nieto (2004) señala. De la misma forma, la variable que capta la disposición hacia el ahorro del recurso no mostró relevancia estadística. Respecto a la variable que capta las actitudes de cuidado o pro-ecológicas, estas fueron significativas al 5% y obtuvieron un signo negativo. Ello indica que este tipo de actitudes si son efectivas para estimular el cuidado del recurso. En otras palabras, un individuo que posea actitudes de cuidado en el hogar consume 9.15% menos de una persona que no posee dichas actitudes. Estos resultados van en concordancia con los encontrados por Strauss *et. al.*, (2016), Moser *et al.*, (2010) y Dolnicar *et al.*, (2012), Corral *et al.*, (2008). Aunque como se observó en el cuadro 2, en promedio los hogares se encuentran practicando un sobre consumo según las recomendaciones de la WHO, por lo que el principal reto es hacer que estas actitudes puedan desarrollarse en todas las personas para que el consumo promedio logre situarse dentro de los recomendados por la WHO. En este sentido, Durkheim señala que el individuo es un producto de la sociedad, siendo así la educación un instrumento fundamental para imponer reglas, límites y vínculos sociales que hagan que el individuo se integre en ella a partir de un determinado comportamiento Di Pietro (2004).

Hasta aquí parece existir una contradicción en los resultados anteriores, pues por un lado, la no significancia estadística de la información señala que los conocimientos que pueda tener la gente sobre el tema, no son relevantes para generar ahorros en el consumo de agua. Sin embargo, poseer actitudes pro-ecológicas o de cuidado, si contribuye a usar de mejor manera el recurso. En primera instancia no se debe de perder de vista que la información por sí sola no es lo suficientemente efectiva para generar conductas de manera directa, por lo que es necesario un programa educativo ambiental orientado y diferenciado como lo señala González (2007). Que además de incluir información del tema, integre actividades específicas que estimulen el desarrollo y sostenimiento de buenas prácticas para el cuidado del recurso. En otras palabras para que la información sea efectiva para la estimulación de una conducta, debe primero transformarse

regiones. Y además comentan que en su análisis, el uso de MCO ha resultado superior en comparación a las otras técnicas mencionadas (CONAGUA, 2012: 117).

en una actitud. En nuestro análisis, la información que se evalúa en los encuestados – conocimiento que tienen de sus tarifas y las campañas publicitarias–, no genera de manera directa menores consumos de agua –conducta pro-ecológica. Pero un individuo que presenta buenas prácticas como reunir la ropa para usar la lavadora con menos frecuencia o cerrar el grifo mientras se enjabona, si ve reflejadas sus acciones en menores consumos de agua –conducta pro-ecológica– contribuyendo así al manejo integral y sustentable del recurso dentro del hogar.

Las variables económicas como el precio y el nivel de ingresos fueron estadísticamente significativos al 5%. En el caso del precio se encontró un signo negativo y menor a 1. Es decir un incremento porcentual en el precio del servicio reduce el consumo de agua, aunque lo hace en menor proporción que al incremento inicial del 1%. En otras palabras, se encontró una elasticidad precio de la demanda inelástica. Lo cual, teóricamente, es lo esperado. A pesar del empleo de MCO en las estimaciones, el resultado en esta variable es congruente con los reportados en la revisión de la literatura por Arbués *et al.* (2003), aunque se reconoce que la magnitud es mayor respecto a otros estudios elaborados para el caso mexicano. Ello, debido posiblemente al uso de los MCO como ya se mencionó anteriormente.

Los signos de los coeficientes del nivel de ingreso, indican una relación positiva entre el consumo de agua per cápita y el ingreso, algo que en el cuadro 2 se presentó también. Así por ejemplo, una persona con ingresos de entre \$11000.00 y \$13999.00 pesos consume 24.11% $[(e^{(216)}-1)*100]$ más respecto de los que ganan menos de \$4999.00 pesos. El género del encuestado no fue estadísticamente diferente de cero, en otras palabras, el consumo *per capita* de agua dentro del hogar es idéntico entre un hombre y una mujer. Además las variables que captan el consumo de acuerdo al municipio al que pertenece cada hogar en donde se aplicó la encuesta señalan que en García, Guadalupe y Santa Catarina los consumos de agua son menores respecto de Apodaca. Caso contrario para los hogares ubicados en Escobedo, Juárez, Monterrey, San Nicolás y San Pedro en donde los consumos son iguales al de los hogares situados en el municipio de Apodaca, todo ello a un nivel de significancia del 5%.

Conclusiones

En este trabajo se analiza el consumo de agua que se hace en los hogares situados en el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Los resultados del análisis señalan que el consumo *per capita* en el AMM es mayor a los límites señalados por la WHO. Ello indica por un lado, que en promedio el acceso al servicio es óptimo, y por otro, que existe un sobre consumo de agua en los hogares¹⁹, lo cual es preocupante pues el lugar ya ha tenido problemas de abastecimiento debido a que padece sequías recurrentes. Además, las condiciones hidrológicas señalan un alto grado de presión y si el crecimiento poblacional continúa dándose al igual que los actuales estilos de vida basados en el alto consumo, la demanda de agua será mayor en la región, lo que pondrá en riesgo la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras. Por ello, se debe hacer una gestión integral del agua, en donde se continúe fomentando la eficiencia operativa, administrativa y financiera de los servicios de agua y drenaje del AMM. Pero también, es importante crear programas educativos que concienticen a la gente sobre el tema. Aunque la gran tarea es que dicha concientización se traduzca en actitudes proactivas y efectivas en los habitantes que les permitan implementar buenas prácticas dentro del hogar.

En este sentido, parte de los resultados encontrados en la estimación del modelo demuestran que la demanda del servicio por parte de los usuarios reacciona poco ante la variación de los precios/tarifas. Ello, debido a que es un bien necesario para las actividades diarias en el hogar y a la estructura monopólica que presenta el sector. De manera que para obtener resultados efectivos a la hora de implementar estrategias de conservación en lo referente al consumo de agua en la muestra del AMM. Es necesario elaborar una estrategia conjunta en donde se combinen programas de educación ambiental que fomenten el desarrollo de actitudes pro-ecológicas, el desarrollo de programas que fomenten el uso de aparatos basados en tecnologías más eficientes. Así como el uso de tarifas más altas que reflejen las externalidades asociadas a la explotación del recurso.

Además, la colaboración coordinada de todos los niveles de gobierno, los organismos operadores de agua y la comunidad en general son factores que deben buscarse en todo momento para administrar de manera eficiente y sustentable el recurso. Vale la pena comentar, que los

¹⁹ Para Saldivar (S/A), el sobre consumo es un consumo no inteligente e insostenible derivado de un mal uso.

resultados obtenidos se deben tomar con cierto cuidado ya que es necesario mejorar el instrumento incluyendo más preguntas específicas en escala Likert que capten las conductas proecológicas. Ello, permitirá estudiar con mayor claridad la relación entre consumo y comportamiento del usuario. Así como, elaborar un muestreo probabilístico para poder generalizar los resultados sobre el AMM. Por último, para subsecuentes trabajos se recomienda emplear métodos estadísticos como el de ecuaciones estructurales o variables instrumentales.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada con recurso PROFOCIE 2014 a beneficio del Cuerpo Académico en Productividad y Optimización. Los autores agradecen este apoyo, y las valiosas observaciones de los árbitros.

Referencias

Arbués, F., García-Valiñas M. A & Martínez-Espiñeira, R. (2003). Estimation of Residential Water Demand: A State-of-the-art Review. *The Journal of Socio-Economics* 32: 81-102.

Carabias, J. y Landa, R. (2005). Agua medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. México: Ed. UNAM/EI Colegio de México/Fundación Gonzalo Río Arronte.

Cázares, E., et al. (2011). Estrategias para el uso sostenible del agua en la cuenca del río San Juan. Monterrey, Nuevo León, México: Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey.

CONAGUA, (2014). Estadísticas del agua en México. Edición 2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

CONAGUA (2012). Factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México. Comisión Nacional del Agua y CIDE A.C. México, D.F.

Corral, V. (2010). Psicología de la sustentabilidad: Un análisis de lo que nos hace proecológicos y pro sociales. México: Trillas.

Corral, V., Fraijo, B., y Tapia, C. (2008). Un registro observacional del consumo individual de agua: Aplicaciones a la investigación de la conducta sustentable. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*. 34 79-96.

Corral, V., Bechtel, R.B. and Fraijo, B. (2003). Environmental Beliefs and Water Conservation: An empirical Study. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 247-257.

Corral, V. (2001). Comportamiento proambiental. Una introducción al estudio de las conductas protectoras del medio ambiente. Santa Cruz de Tenerife, España: Resma.

Chawla, L. (1988). Children's concern for the natural environment. *Children's Environments Quarterly*, 5(3), 13-20.

Dascher, E., Kang, J. and Hustvedt, G. (2014). Water sustainability: environmental attitude, drought attitude and motivation. *International Journal of Consumer Studies* ISSN 1470-6423.

Dolnicar, S., Hurlimann, A., and Grun, B. (2012). Water conservation behavior in Australia. *Journal of Environmental Management*, 105, 44-52.

Domene, E. and Saurí, D. (2006). Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Studies*. 2006 43: 1605.

Di Pietro, Susana (2004). El concepto de socialización y la antinomia individuo/sociedad en Durkheim. *Revista Argentina de Sociología*, vol. 2, núm. 3, noviembre-diciembre, 2004, pp. 95-117. Recuperado en 31 de enero de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26920306>

Escobar, M., Fernández E., y Bernardi, F. (2012). Análisis de datos con STATA: Cuadernos Metodológicos (2ª edición). España: CIS.

Gallopín, G. C. (2001). Water: a new generation of global problems? *IHDP Update*, No. 1.

González, E. (2007). Educación ambiental. Trayectorias, rasgos y escenarios. México: Plaza y Valdés-UANL.

Hong, C. and Chang, H. (2014). Uncovering the Influence of Household Sociodemographic and Behavioral Characteristics on Summer Water Consumption in the Portland Metropolitan Area. *International Journal of Geospatial and Environmental Research*: Vol. 1: No. 2, Article 2.

Monforte, G., Aguilar, I., y González, E. (2012). Limitaciones de una gestión sectorizada para la sustentabilidad del agua: Caso Monterrey, México. *Bitacora* 20. Pag. 53-63 Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Moser, G., Navarro, O., Ratiu, E., and Weiss, K. (2010). Cultural background and environmental context of water perception and use. In Corral Verdugo, V. García Cadena, H. Cirilo, & M. Frías Armenta (Eds.), *Psychological approaches to sustainability: current trends in theory, research and*

applications (environmental science, engineering and technology series). New York: Nova Science.

Nieto, L. M. (2004). "Sabemos pero no actuamos ¿Cuál es el papel de la Educación Ambiental?". Recuperado de internet el 15 de noviembre 2016: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AU-0406-GAP.pdf>.

ONU (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2015. New York. Recuperado de internet el 20 de abril: http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf

Padilla Calderón, Esther. (2012). La construcción social de la escasez de agua: Una perspectiva teórica anclada en la construcción territorial. *Región y sociedad*, 24, 91-116. Recuperado de internet el 31 de enero de 2017: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252012000600004#notas

SADM (2014). Integración de Informe Anual 2014. Comité de Planeación y Evaluación. Recuperado de internet el 15 de noviembre 2016. http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/Docs/Informe_Anual_2014v2.pdf

Saldivar, A. (S/A). El trasvase del río Pánuco a Monterrey: Un proyecto costoso e insustentable. Recuperado de internet el 11 de agosto 2016: http://www.agua.unam.mx/vi-encuentro/assets/pdf/ponencias/saldivar_americo.pdf

Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424.

Straus, J., Chang, H. and Hong, C. (2016). An exploratory path analysis of attitudes, behaviors and summerwater consumption in the Portland Metropolitan Area. *Sustainable Cities and Society*, 23 68–77.

White, G. F., Bradley, D. J., and White, A. U. (1972). *Drawers of water: domestic water use in East Africa*, University of Chicago Press, Chicago.

WHO (1993). *Guidelines for drinking-water quality: Volume 1 Recommendations* 2nd edition, World Health Organization. Geneva, Switzerland.

WHO, (2003). *Domestic Water Quantity, Service, Level and Health*, World Health Organization Geneva, Switzerland. Recuperado de internet el 20 de abril 2016: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1