

# Valor económico de las externalidades en la incertidumbre y desarrollo en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro

## *Economic value of externalities in uncertainty and development in the central region of the Tacámbaro river basin*

*Jorge Leonardo Bárcenas Cornejo<sup>1</sup>*

*Rubén Chávez Rivera<sup>2</sup>*

*José Manuel Brotons Martínez<sup>3</sup>*

Recibido: 28 de abril de 2024 Aceptado: 15 de julio de 2024

DOI: <https://doi.org/10.33110/cimexus190202>

### RESUMEN

Ante una problemática creciente por los problemas ambientales en el estado de Michoacán y el uso irracional del agua, considerando el valor económico de las externalidades en la incertidumbre y el impacto en el desarrollo de la región centro de la cuenca del río Tacámbaro, este trabajo tiene por objetivo estimar mediante la opinión de expertos la Disposición a Pagar de los usuarios de la región centro del río Tacámbaro para la realización de acciones que permitan incrementar el caudal del río y evitar su contaminación. A través de las cuatro funciones de agregación y sus respectivas ponderaciones, se concluye que la cuota de \$1,500 pesos por hectárea que se pagan de forma anual por el uso del agua es una cantidad que aceptan los usuarios. No obstante, también se obtienen resultados que particularizan la Disposición a Pagar según el género, el conocimiento de la problemática y el tipo de productor; datos fundamentales para la gestión y la elaboración de políticas públicas en beneficio de la cuenca.

**Palabras clave:** lógica difusa, incertidumbre, disposición a pagar, desarrollo regional.

### ABSTRACT

Faced with a growing problem due to environmental problems in the state of Michoacán and the irrational use of water, “Economic value of externalities in uncertainty and development in the central region of the Tacámbaro river

---

1 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. ORCID: 0000-0002-2416-1891. Correo electrónico: [jorge.barcenas@umich.mx](mailto:jorge.barcenas@umich.mx)

2 Profesor Investigador adscrito a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. ORCID: 0000-0002-1177-3928. Correo electrónico: [ruben.chavez@umich.mx](mailto:ruben.chavez@umich.mx)

3 Profesor Investigador de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España. ORCID: 0000-0003-4433-3758. Correo electrónico: [jm.brotons@umh.es](mailto:jm.brotons@umh.es)

basin” constitutes a paper that has the objective to estimate through fuzzy logic the Willingness to Pay of the users of the central region of the Tacámbaro River to carry out actions that allow increasing the flow of the river and avoiding its contamination. As well as specifying the socioeconomic value of externalities and the impacts that are generated in the regional development of the municipality due to the decrease of water in the basin. Information of great importance for the establishment of management actions for the Tacámbaro river basin in particular and for another body of water in general.

**Keywords:** fuzzy logic, uncertainty, willingness to pay, regional development

## INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el “Valor económico de las externalidades en la incertidumbre y desarrollo en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro” aporta elementos a la gestión y la toma de decisiones a partir de brindar información respecto al valor monetario que los usuarios de la cuenca del río Tacámbaro otorgan por el uso del recurso hídrico. Se tiene como objetivo principal determinar el valor del agua de la cuenca, ya que se parte de suponer que la cuota que se paga por el uso del servicio, es inferior a la valoración económica que considera suficiencia y calidad en la distribución del bien.

Se parte de identificar una problemática basada principalmente en la disminución del caudal de la cuenca, su contaminación y la mala administración en el pago de cuotas. Por lo cual, la teoría del desarrollo regional y el instrumental matemático difuso serán cuerpos teóricos y marcos metodológicos para entender la realidad observada y estimar la disposición a pagar (DP) por el suministro del agua.

Precisando la existencia de fuerzas que repelen el desarrollo por la generación de externalidades negativas en el consumo del agua de la cuenca, la valoración hecha a partir del perfil de diversos expertos otorga información de primera mano para la gestión del agua de la cuenca.

## EL ÁREA DE ESTUDIO Y SU PROBLEMÁTICA

El municipio de Tacámbaro, Michoacán ocupa el 1.34% de la superficie del Estado y colinda con los municipios de Salvador Escalante, Pátzcuaro, Acuitzio, Madero, Nocupétaro, Turicato y Ario.

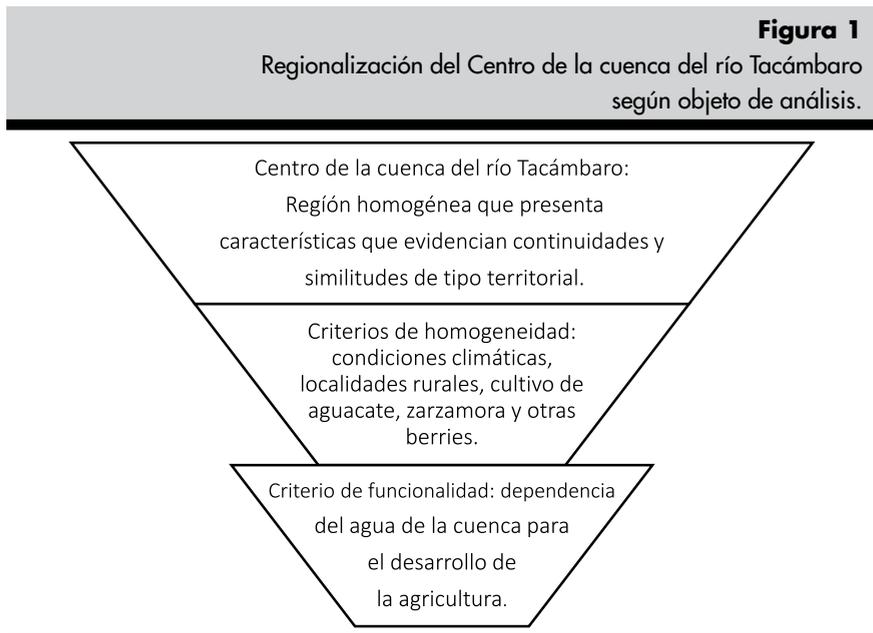
El uso del suelo en el municipio corresponde con 42.37% a la agricultura, 37.54% al bosque, al pastizal un 9.84%, la selva un 8.95% y la zona urbana un 1.28. A nivel cuenca la provisión del agua en el municipio se da con un 98.93% por el río Tacámbaro, con un 1.03% por el río Tepalcatepec y con un 0.04% por el Lago de Pátzcuaro (INEGI, 2009).

No obstante, para este trabajo, se tomará en cuenta a las localidades del municipio de Tacámbaro que se ven abastecidas por el recurso hídrico que administra la Asociación de Usuarios del río Tacámbaro<sup>4</sup> y que siguiendo a Gasca (2009) posibilita regionalizar dicho espacio geográfico. Regionalización que parte de señalar los criterios de homogeneidad y funcionalidad.

Los criterios de homogeneidad de estas localidades son que comparten características climáticas similares, son localidades no mayores a los 2, 500 habitantes y el cultivo predominante en esta área es el aguacate, la zarzamora y las berries.

Como criterio de funcionalidad, se establece que estas localidades tienen la dependencia del agua de la cuenca para el desarrollo de su actividad económica principal que es la agricultura.

Siguiendo los criterios de homogeneidad y funcionalidad se establece que las localidades en estudio corresponden con la región centro de la cuenca del río Tacámbaro. Región de tipo homogénea por sus características que evidencian continuidades y similitudes de tipo territorial (Ver Figura 1).



Fuente: Elaboración propia con base en Gasca, 2009.

La problemática en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro puede resumirse en la disminución del caudal del agua, su contaminación y su mala administración. Aspectos que derivan en otra serie de dificultades que ponen en entredicho el desempeño agrícola del municipio, la salud poblacional y la sustentabilidad del desarrollo de la región.

<sup>4</sup> Las localidades más representativas del área de estudio son Piedra del Molino, La Policlínica, El Testerazo, Copitero, La Parotita, Serrano y San José Buenavista.

La disminución del caudal del agua de la cuenca se manifiesta principalmente por la reducción de escurrimientos que alimentan a las presas y manantiales del municipio. Situación generada, principalmente, por la deforestación, los incendios, el cambio ilegal de uso del suelo y la realización ilegal de pozos profundos. Aspecto que se fundamenta al revisar la disponibilidad media anual de agua<sup>5</sup> en el acuífero Tacámbaro-Turicato y observar que del 2015 al 2020 existió una disminución de 4, 664, 332 m<sup>3</sup> de agua (CONAGUA, 2015 y CONAGUA, 2020).

La contaminación del agua en la cuenca se da por verter en forma directa aguas negras a los cuerpos de agua; al igual que agroquímicos y residuos urbanos. Situación que impacta negativamente en la calidad del agua y la generación de enfermedades de tipo gastrointestinales en los pobladores (HACTM, 2019 y HACTM, 2015).

Por su parte, la mala administración del agua se entiende por las dificultades que las Asociaciones de Usuarios del agua de la cuenca presentan. Es decir, la organización de la administración del agua de riego por tenencia da cuenta de ciertas diferencias que encuentran un eco común en el subregistro agrícola, el robo del agua, la negativa al pago de cuotas, fricciones con los canaleros o encargados del suministro del agua y la necesidad de contar con mejor infraestructura para la administración del agua.

En otras palabras y en general, los usuarios del agua de la cuenca manifiestan menores cantidades de tierra para riego respecto a lo que usan, se utilizan bombas para la extracción de agua del canal, no existe consciencia respecto al pago de cuotas para la administración del agua, no se respetan calendarios de riego y se cuenta con una infraestructura desgastada en los canales que hace se pierda mucho líquido por infiltración.

Aspectos problemáticos que suponen una serie de riesgos ambientales y socioeconómicos para el desarrollo de las localidades de la región centro de la cuenca y el municipio en general. Ya que actualmente se observa en el municipio una tendencia al cultivo de frutales, como el aguacate y la zarzamora (López, 2021), con altos requerimientos del recurso hídrico y un panorama de reducción del agua en la cuenca.

## **El enfoque teórico del desarrollo regional**

Varias teorías y modelos buscan explicar el desarrollo regional y sus efectos asimétricos y desequilibrantes que éste trae aparejado consigo (Gutiérrez, 2014). Enfoques que permiten la comprensión de los distintos procesos de crecimiento y las dinámicas de convergencia y divergencia regional. No obstante, se reconoce en la teoría neoclásica, la teoría de la base de exportación, la teoría de los polos de desarrollo, la teoría de la causalidad circular u acumulativa

<sup>5</sup> La disponibilidad media anual de agua equivale a un concepto técnico que maneja la CONAGUA y que es resultante de sumar la recarga total media anual, la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

y la nueva geografía económica a los cuerpos teóricos que estructuran de una forma adecuada las fuerzas que invocan a la convergencia o divergencia de las variables del desarrollo regional.

La perspectiva neoclásica tiene como principales referentes a los trabajos de Harrod (1939), Solow (1956) y Swan (1956). Fundamentándose por tanto en el modelo Solow-Swan que supone rendimientos decrecientes y un mercado de competencia perfecta, donde el nivel de producción de una economía está en función de los factores productivos capital, fuerza de trabajo y el nivel de tecnología.

Los postulados de este enfoque señalan que en tanto haya libre movilidad interregional o intrarregional de capital y fuerza de trabajo, el funcionamiento de los mercados tenderá a equilibrar o igualar los salarios y la eficiencia marginal del capital, de tal forma que las condiciones de dos economías, transcurrirán hacia la convergencia. No obstante, la evidencia empírica no sólo no ha validado la hipótesis de la convergencia, sino que el mismo supuesto de competencia perfecta no predice los procesos de concentración de factores en un determinado territorio (Gutiérrez, 2014).

Por su parte la teoría de la base de exportación parte del supuesto de que el crecimiento de una región depende de una variable exógena y de las fuerzas de aglomeración. Es decir, la demanda de sus bienes exportables que genera ingresos y cataliza distintos efectos multiplicadores a nivel regional.

Dicha teoría surge en los años cincuenta buscando relacionar la teoría de la localización con las teorías del crecimiento regional. Siendo Douglas North uno de sus principales exponentes y quien estableció que las regiones alcanzan una etapa de especialización productiva tal que, en condiciones de costos de producción y transporte más favorables, les es posible exportar bienes y servicios a otras regiones menos desarrolladas.

En la medida que las regiones crecen alrededor de los bienes principales y exportables, se genera un proceso de agrupamiento y de localización de empresas que generan economías de escala, lo cual, por su parte, mejora la competitividad de dichos bienes y propicia un mayor ingreso a la región.

La teoría de los polos de desarrollo precisa que los elementos locacionales y el fenómeno de aglomeración son centrales para explicar tanto el crecimiento como las asimetrías regionales. Basándose en la idea de que la concentración poblacional y económica favorecen la formación de economías de escala y de aglomeración. Aspectos que estimulan el crecimiento económico de los territorios en donde se asientan.

Según Perroux (1970) la expansión de la industria clave se concreta en polos industriales complejos que denotan una intensificación de actividades económicas industriales y urbanas debido a la proximidad. Es decir, el polo industrial complejo, geográficamente aglomerado, modifica no sólo su ambiente geográfico inmediato, sino la estructura entera e la economía donde está situado; trayendo consigo un polo de desarrollo en la medida en que existan efectos de difusión o efectos de arrastre hacia el entorno regional.

La teoría de la causación circular y acumulativa de quien su máximo exponente es Gunnar Myrdal, señala que, en tanto dos factores están relacionados, si cualquiera de los dos factores cambiase, se produciría también inevitablemente un cambio en el otro factor, lo que iniciaría un proceso acumulativo de interacción mutua en el cual el cambio experimentado por un factor estaría apoyado de manera continua por la reacción del otro factor, y así sucesivamente en forma circular (Myrdal 1974, citado en Gutiérrez, 2014).

La perspectiva de la nueva geografía regional y los rendimientos crecientes de Fujita, Krugman y Venables (2000) establece que la actividad económica tiende a concentrarse en espacios físicos determinados, regiones o localidades por los rendimientos crecientes que impulsan y refuerzan, a manera de un proceso circular, la localización de la actividad en dichas áreas. Es decir, las concentraciones de población y de la actividad económica “nacen y sobreviven de acuerdo a alguna forma de economía de aglomeración, en la que la misma concentración espacial crea el ambiente económico favorable para el sostenimiento de concentraciones adicionales y continuadas” (Fujita 1999, citado en González, 2014).

Así mismo, Paul Krugman (Ibíd.) señala que la concentración es una prueba clara de la influencia permanente de algún tipo de rendimientos crecientes y que éstos deben explicarse no necesariamente a partir de economías externas, sino de economías internas mediante modelos de competencia imperfecta y la existencia de rendimientos crecientes.

Con lo expuesto, se establece que el desarrollo regional reconoce en las fuerzas de atracción y repulsión el elemento fundamental para la realización de experiencias territoriales positivas en términos de la convergencia de las variables del desarrollo. Es decir, los factores positivos atraerán a la actividad económica mientras lo negativo alejará a la misma.

De este modo, se reconoce que en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro existen condiciones climáticas y de recursos naturales favorables para el desempeño de la agricultura; aspectos que constituyen las fuerzas centrípetas o de atracción. En tanto que la problemática que vive la cuenca en términos de su disminución de caudal, la contaminación y su mala administración constituyen las fuerzas centrifugas o de repulsión territorial.

La problemática de la cuenca del río Tacámbaro además de ser una fuerza centrífuga en la noción del desarrollo regional, también constituye un problema ambiental. Ello porque el comportamiento de los usuarios de la región centro de la cuenca del río Tacámbaro, al visualizar al agua como un bien público respecto del cual no hay una restricción clara, hacen un consumo irracional del recurso sin otorgar una compensación respecto a la externalidad.

En ese sentido es que se reconoce en la región centro de la cuenca del río de Tacámbaro, un proceso de desarrollo regional con una amenaza latente por las externalidades que se manifiestan en la cuenca. Y donde la valoración económica de las externalidades y su precisión a partir de la teoría de número

borrosos, brindará pautas para la toma de decisiones en beneficio del desarrollo de la región centro de la cuenca del río de Tacámbaro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, desde la teoría de los números borrosos o lógica difusa se desarrolla el proceso de valoración de las externalidades en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro.

Se comienza por analizar la función de oferta y demanda de agua en la región para posteriormente, establecer la función de demanda de agua y así, simular a través de una encuesta a expertos productores de aguacate y berries su Disposición a Pagar (DP) ante distintos escenarios que exponen la provisión del bien frente a determinadas restricciones.

### **Análisis de la función de oferta y demanda de agua en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro**

Dado que la oferta de agua en la región centro de la cuenca del río Tacámbaro está dada a partir del pago de una cuota anual por hectárea que se realiza a la Asociación de Usuarios del río de Tacámbaro (AURT), establecemos que la misma es igual a dicho monto, es decir, \$1,500 pesos. No obstante, y para fines de ponderar la Disposición a Pagar (DP) se realizó una escala que tomó los valores de 1, 500; 1, 700; 1, 900; 2, 100; 2, 300; 2, 500; 2, 700; 2, 900 y 3, 100 pesos.

Por otro lado y para establecer la función de demanda en la región, se utilizan cuatro funciones de agregación y sus respectivas ponderaciones que son:

1. Promedio.
2. OWA (Ordered Weighted Averaging).
3. AOWA (Ascending Ordered Weighted Averaging).
4. Probabilistic OWA.

Para la función Promedio a cada experto se le asigna un peso  $w_i = \frac{1}{N}$ , donde N es el número total de expertos de la muestra. Para las funciones OWA y AOWA se aplican dígitos crecientes normalizados, es decir, se asigna 1 al experto 1, 2 al experto 2, y así sucesivamente hasta el último (N). A continuación, se divide el dígito correspondiente entre la suma total.

Es decir, la suma de n elementos de una progresión aritmética de primer término  $a_1 = 1$ , de último término  $a_N = N$  y de diferencia 1. Por tanto, la suma de la N elementos es igual a:

$$S = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot N = \frac{N \cdot (N+1)}{2}$$

Finalmente, para la función Probabilistic OWA se ha asignado un  $\beta=0,5$ , y la probabilidad asignada a cada experto se ha obtenido normalizando la confianza que cada experto merecía al entrevistador, es decir dividiendo la confianza asignada a cada experto entre la suma total de confianzas.

### Función de demanda de agua

Los expertos han sido encuestados en base a su DP los siguientes precios: 1, 500; 1, 700; 1, 900; 2, 100; 2, 300; 2, 500; 2, 700; 2, 900 y 3, 100 pesos por hectárea, para asegurar un suministro de agua suficiente y de calidad.

Las respuestas de los 52 expertos se resumen en el Cuadro 1, donde el valor uno indica que el experto está totalmente de acuerdo en pagar dicha cantidad y el valor cero que no está nada de acuerdo. Así mismo, la segunda columna del cuadro muestra el nivel de confianza de cada experto valorado de cero a uno.

		<b>Cuadro 1</b>									
		Disposición a pagar por el suministro del agua									
Experto	Confianza	Disposición a pagar por hectárea (pesos)									
		1,500	1,700	1,900	2,100	2,300	2,500	2,700	2,900	3,100	
1	0,80	1,0	1,0	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	
2	0,65	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	
3	1,00	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	
4	1,00	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
5	0,90	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4	
6	1,00	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	
7	0,80	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	
8	0,90	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	
9	0,70	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
10	1,00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	
11	1,00	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	
12	0,75	0,6	0,4	0,8	0,5	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	
13	0,60	0,6	0,4	0,8	0,5	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	
14	0,65	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
15	1,00	1,0	1,0	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	
16	0,90	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	
17	1,00	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	
18	0,80	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
19	0,90	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4	
20	0,70	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	

21	1,00	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
22	1,00	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
23	0,75	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
24	0,60	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
25	0,65	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3
26	1,00	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6
27	0,90	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6
28	0,70	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
29	1,00	1,0	1,0	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
30	1,00	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
31	0,75	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
32	0,60	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
33	0,65	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4
34	1,00	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
35	0,90	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
36	1,00	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
37	0,80	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
38	0,90	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
39	0,70	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3
40	0,60	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6
41	0,65	0,1	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6
42	1,00	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
43	0,90	1,0	1,0	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
44	1,00	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
45	0,80	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
46	0,90	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
47	0,70	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4
48	1,00	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
49	0,80	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
50	0,70	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4
51	0,80	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
52	0,80	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1

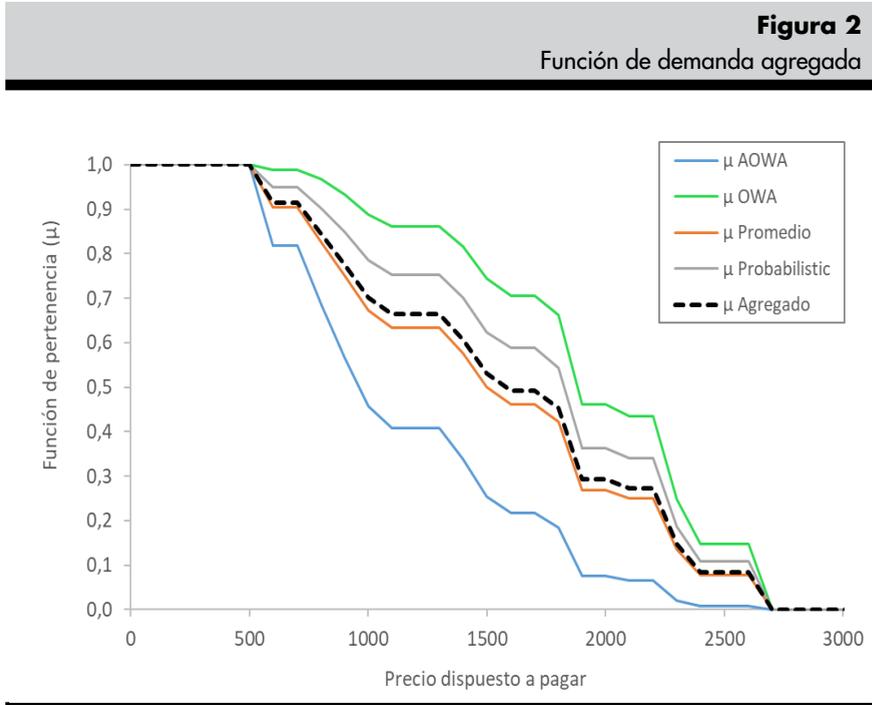
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo.

## RESULTADOS

Utilizando el instrumental matemático difuso se obtiene la función de demanda agregada y un cuadro resumen que sistematiza la DP y que constituye un insumo primordial para la gestión y toma de decisiones en beneficio de la cuenca y el desarrollo de la región.

### 5.1 Función de demanda agregada

Considerando la opinión de los 52 expertos, se obtiene la siguiente función de demanda agregada (ver Figura 2). En ella se observa la evolución de la función de pertenencia para cada precio. Se muestran la función de pertenencia para cada una de los cuatro agregadores y su promedio ( $\mu$  agregado).



Fuente: Elaboración propia con los resultados de la encuesta a los expertos.

La función de demanda agregada permite establecer que las funciones son decrecientes para los cuatro agregadores hasta 2,700 pesos por hectárea. Donde la función de pertenencia de todos los agregadores alcanza el valor cero.

El Probabilistic OWA ofrece valores superiores al promedio; debido a que aquellos expertos que nos ofrecieron mayor confianza mostraron opiniones superiores. Los expertos están totalmente dispuestos a asumir precios inferiores o iguales a 500 pesos, ya que la función de pertenencia de todos los agregadores es igual 1.

Bajo ningún concepto los expertos están dispuestos a asumir precios superiores a 2,700 pesos, ya que la función de pertenencia es cero. Por la propia construcción de los agregadores, el OWA es siempre superior al AOWA ya que en el primero se concede más importancia a las opiniones superiores. El valor agregado es superior a 0,5 para valores inferiores a 1,500 pesos.

Un análisis más específico de la información brindada por los expertos

permitió establecer las funciones de demanda: por género, conocimiento de la problemática, atención a la problemática, suficiencia en cuidados, tipo de cultivo y tamaño de superficie. Con lo cual se precisó la DP por cada experto en los rangos de mayor y menor DP (ver cuadro 2).

		<b>Cuadro 2</b>		
		Disposición a Pagar (DP) por el suministro de agua		
DP		Mayor DP (Pesos por hectárea)	Menor DP (Pesos por hectárea)	Promedio (Pesos por hectárea)
Por género	Masculino	2, 700	500	1, 600
	Femenino	2, 500	800	1, 650
Conocimiento de la problemática	Conoce	2, 800	500	1, 650
	No Conoce	800	500	650
Atención de la problemática	Sociedad	2, 400	800	1, 600
	Gobierno	2, 400	500	1, 450
Suficiencia en cuidados	Suficiente	2, 700	500	1, 600
	No suficiente	2, 100	600	1, 350
Tipo de cultivo	Aguacate	2, 700	500	1, 600
	Berries	2, 100	700	1, 400
Tamaño de superficie	Mayor	2, 700	800	1 750
	Menor	2, 400	500	1,450

Fuente: Elaboración propia con los resultados de la encuesta a los expertos.

De manera puntual y para los valores promedio, el cuadro 2 nos dice que las mujeres manifiestan una mayor DP; que las personas que conocen la problemática manifiestan una mayor DP frente a los que nos conocen la problemática; que los expertos que creen que hay una suficiencia en los cuidados del agua de la cuenca manifiestan una mayor DP; que los expertos productores de aguacate manifiestan una mayor DP frente a los de berries y quienes poseen una mayor superficie de tierra para el cultivo, manifiestan una mayor DP.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos gracias a la valoración hecha por la DP de los distintos expertos en relación al suministro de agua de la cuenca, brindaron información de suma relevancia para aportar elementos precisos para la gestión y mejoramiento de acciones en beneficio del aguan de la cuenca del centro del río Tacámbaro.

Primeramente y gracias a la teoría del desarrollo regional se estableció que a nivel territorial se esgrimen dos tipos de fuerzas. Fuerzas centrífugas que repelen y fuerzas centrípetas que atraen los elementos que posibilitan el

crecimiento de la actividad económica. En ese sentido la realización de actividades y cuidados en beneficio de la cuenca, apunta en la dirección de fuerzas centrípetas con mejoras territoriales y económicas.

Sin embargo, la valoración hecha a través de la DP a pagar en la incertidumbre, precisa bajo bases científicas las áreas de mayor sensibilidad para apuntalar la toma de decisiones y gestión.

En otras palabras, en torno a la cuota de \$1,500 pesos que los usuarios pagan anualmente se dedujeron que esta es una cuota que superficialmente cubre las necesidades en la administración del agua de la cuenca; ya que el promedio de la DP fue sensiblemente menor. Es decir, de \$1,480 pesos.

Por lo cual y gracias a esta información, se entiende que hay aceptación al pago de la cuota. No obstante, la política pública o gestión, debe tomar acciones particularizadas según el género, el conocimiento de la problemática, la suficiencia en los cuidados y el tipo de productores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, V. (2002). Michoacán: Economía y regiones para el desarrollo. *Economía y Sociedad*, 7, 11, 179-212.
- Ayala, D. y Abarca, F. (2014). Disposición a pagar por la restauración ambiental del río Lerma en la zona metropolitana de la Piedad Michoacán. *Economía, sociedad y territorio*.
- Baeza Sanz, D., Martínez, F. y García, D. (2003). Variabilidad temporal de caudales: aplicación a la gestión de ríos regulados. *Ingeniería del agua*, 10(4), 469-478.
- Bárceñas, J., De la Tejera, B. y Santos, A. (2016). Transformaciones rur-urbanas en el municipio de Tacámbaro, Michoacán. *Economía y Sociedad*, 34, 137-156.
- Bárceñas, J. (2015). Transformaciones rur-urbanas y desarrollo rural en el municipio de Tacámbaro, Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo.
- Brotons, J., Sevilla, G. y Chávez, R. (2021). Assessment of Water Availabilities in The Tancitaro Area Through the Fuzzy Willingness to Pay. *7th International Conference on Fuzzy Logic Systems*. En prensa.
- Brotons, J. y Sansalvador, M. (2020). The relation between corporate social responsibility certification and financial performance: An empirical study in Spain. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(3), 1465-1477.
- Cristeche, E. y Penna, J. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. *Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales*, 3, 1-55.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tacámbaro-Turicato (1611), Estado de Michoacán*. Subdirección general técnica. Gerencia de aguas subterráneas. Ciudad de México, México.

- CONAGUA (2015). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Tacámbaro-Turicato (1611), Estado de Michoacán*. Subdirección general técnica. Gerencia de aguas subterráneas. Ciudad de México, México.
- Delgadillo, J. (2004). Desarrollo regional y nueva función del estado en la organización del territorio. *Planeación territorial, políticas públicas y desarrollo regional en México*. 13-35.
- Fujita, M., Krugman, P. y Venables, A. (2000). Economía espacial. Las ciudades, las regiones y el comercio internacional, Ariel, Economía, 363 p., España.
- Gasca, J. (2009). *Geografía Regional. La región, la regionalización y el desarrollo regional en México*. Universidad Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F.
- Gil Lafuente, A. y Paula, L. (2011). La gestión de los grupos de interés: una reflexión sobre los desafíos a los que se enfrentan las empresas en la búsqueda de la sostenibilidad empresarial. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 11, 71-90.
- Gutiérrez, C. (2014). El crecimiento de las regiones y el paradigma del desarrollo divergente. Un marco teórico. *Economía, Población y Desarrollo. Cuadernos de Trabajo de la UACJ*, (24).
- Gutiérrez, E. y González, E. (2010). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable*. Monterrey, Nuevo León, México: Siglo XXI Editores.
- HACTM (Honorable Ayuntamiento de Constitucional de Tacámbaro Michoacán) (2019). Plan municipal de desarrollo 2018-2021. Periódico oficial del gobierno constitucional del estado de Michoacán de Ocampo. Tomo CLXXII, Núm. 73.
- HACTM (2015). Plan de desarrollo municipal 2015-2018. Periódico oficial del gobierno constitucional del estado de Michoacán de Ocampo. Tomo CLXIV, Núm. 33.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tacámbaro, Michoacán de Ocampo. Clave geoestadística 16082.
- Kaufmann, A., Gil, J. y Terceño, A. (1994). Mathematics for economic and business management. *Ed. Foro Científico, Barcelona, Spain*.
- Krugman, P. (1992). Geografía y comercio. Antoni Bosch, 152 p., España.
- Labandeira, I., León, C. y Vázquez, M. (2007). *Economía ambiental*. Madrid, España: Prentice Hall.
- López, R. (2021). Redes de innovación en las empresas exportadoras de berries ubicadas en Michoacán hacia los Estados Unidos de Norteamérica. Tesis Doctoral. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Perroux, F. (1970). *Note on the concept of growth poles*. Regional economics: theory and practice, David McKee, Robert Dean, William Leathy (ed.), The Free Press, Collier-Macmillan Limited, p. 93-103, Estados Unidos.

- Solow, R. (1956). *A contribution to the theory of economic growth*. Quarterly Journal of Economics, vol. 70, núm. 1, págs. 65-94.
- Swan, T. (1956). *Economic growth and capital accumulation*. Economic Record, vol. 32, págs. 334-361.
- Terceño, A., Brotons, J. y Trigueros, J. (2009). Evaluación de las necesidades hídricas en España. *Ingeniería hidráulica en México*, 24(4).
- Zadeh, L. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), 3-28