

## ARTÍCULOS

# Índice de Calidad del Agua del río Yautepec del estado de Morelos

## *Water Quality Rate of the Yautepec River in the state of Morelos*

### **María Guadalupe Valladares-Cisneros**

ORCID: 0000-0001-7676-2325/mg.valladares@uaem.mx

Profesora-investigadora, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQEI), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

### **Zalluly Lona Miranda**

ORCID: 0000-0002-8463-1576/zalluly.lonamir@uaem.edu.mx

Maestría en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables (MIATS), FCQEI, UAEM

### **Zurisaday Villegas González**

ORCID: 0000-0002-8681-5571/zurisaday.villegas@uaem.edu.mx

MIATS, FCQEI, UAEM

#### RESUMEN

El agua es un recurso natural vital para todos los seres vivos. Una herramienta importante que nos ayuda a determinar la calidad de diferentes cuerpos de agua y que al mismo tiempo permite identificar problemas y proponer soluciones es el Índice de la Calidad del Agua (ICA). La subcuenca del río Yautepec, ubicada en el estado de Morelos, abastece de agua a varios municipios aledaños a su cauce, debido al crecimiento poblacional y al uso inadecuado que se ha dado al recurso hídrico. Este río sufre de baja calidad y escasez de agua por temporal. Los estudios realizados en el río Yautepec muestran que ha tenido desatención, nulo cuidado y uso inadecuado de la subcuenca. De acuerdo con su ICA, presenta contaminación moderada, lo que indica que su agua no es apropiada para reutilizarse. Por ello, es de suma importancia tomar acciones inmediatas que permitan remediar el daño que presenta este recurso tan importante, porque sin agua no hay vida.

#### PALABRAS CLAVE

Índice de Calidad del Agua, río Yautepec, estado de Morelos, colorantes

#### ABSTRACT

Water is a vital natural resource for all living beings. An important tool that helps us determine the quality of different bodies of water, and at the same time allows us to identify problems and propose solutions is the Water Quality Rate (WQR). The sub-basin of the Yautepec River, located in the state of Morelos, supplies water to several municipalities bordering its channel. Due to population growth and the inappropriate use that has been given to the water, this river suffers from low quality and water shortages at different seasons. The studies carried out in the Yautepec River show that it has been neglected, and that the sub-basin has been improperly used. According to its WQR, it has moderate contamination, which indicates that its water is not suitable for reuse. For this reason, it is extremely important to take immediate action to remedy the damage of this important resource, because without water there is no life.

#### KEY WORDS

Water Quality Rate, Yautepec River, state of Morelos, colorants

## **Introducción**

El agua es un recurso esencial para la vida de los seres vivos. Aproximadamente el 70% de la superficie del planeta está cubierta por agua. Sin embargo, sólo una pequeña fracción, el 2.5%, es agua dulce que puede ser utilizada por los seres vivos (Nitoi et al., 2019). En las últimas dos décadas, el problema de la contaminación del agua ha sido un tema relevante; sin embargo, en los últimos años se ha considerado un tema prioritario, por lo que ha sido objeto de diversos estudios.

Menchaca Dávila y Ríos Fuentes (2020) señalan que, de acuerdo con el Instituto de Recursos Mundiales, existen evidencias que indican que, debido a la contaminación del agua, este recurso está disminuyendo en cantidad y calidad. Además, la contaminación del agua genera un grave problema ambiental y un alto riesgo para la salud humana y la biota acuática. La contaminación del agua está relacionada con diversos factores, y son los de mayor impacto el crecimiento poblacional y la falta de tratamiento de aguas residuales.

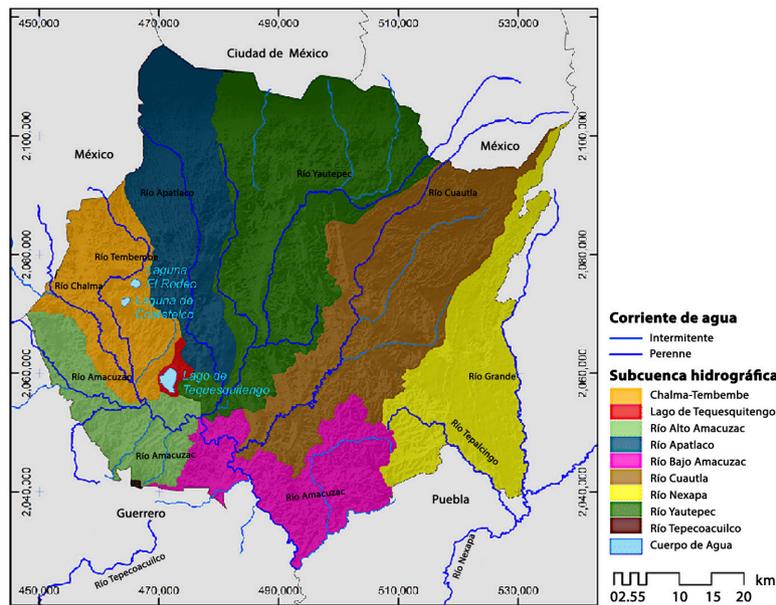
Para México, lamentablemente está documentado que el 54% de las aguas residuales no reciben tratamiento y son dispuestas directamente en los cuerpos de agua natural, suelos y canales de riego (Robledo Zacarías et al., 2017). En el estado de Morelos, el crecimiento de la población ha generado una mayor demanda de agua debido a las necesidades de los habitantes y al crecimiento de los sectores económicos. Desafortunadamente, la mayor parte de la población desconoce que existe una escasa cantidad de agua, que se traduce en su pro-rateo; sin embargo, un limitado tiempo de bombeo no necesariamente conduce a generar en la ciudadanía una cultura de valoración de este recurso hídrico y mucho menos al ahorro eficiente de energía eléctrica.

Es necesario, entonces, atender los aspectos relacionados con la contaminación del agua para prevenir escenarios indeseables, como el hecho de que la disponibilidad del vital líquido para el uso de las actividades humanas continúe disminuyendo día con día (Menchaca Dávila y Ríos Fuentes, 2020). Una herramienta importante que permite determinar la calidad del agua en diferentes cuerpos hídricos, e incluso, de acuerdo con el resultado obtenido, diseñar, establecer y proponer alternativas de solución al problema de la contaminación, es el Índice de la Calidad del Agua (ICA). El ICA es el valor promedio derivado de los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos, que se realizan en los cuerpos de agua para determinar su salud o nivel de calidad.

## **Cuenca del río Yautepec**

Ubicada en el estado de Morelos, la cuenca del río Yautepec es una fuente importante de agua para algunos municipios en los cuales se realiza una actividad importante de turismo cultural, por las visitas que se realizan a algunos de los poblados considerados como Pueblos Mágicos. Esta cuenca tiene una gran extensión territorial (1,249 km<sup>2</sup>) y está rodeada

**Figura 1**  
**Ubicación geográfica de las subcuencas hidrológicas del estado de Morelos**



Fuente Bustamante González et al. (2014).

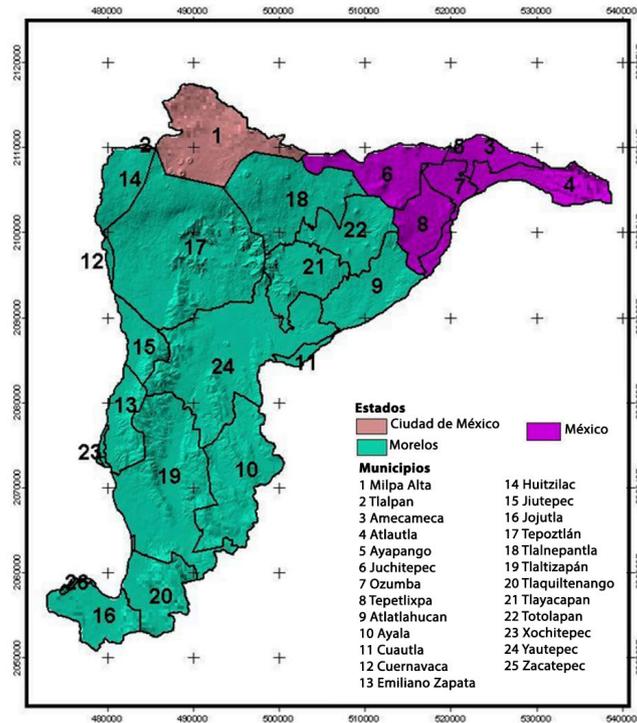
por un alto número de localidades, dieciocho, asentadas en su cauce (figura 1). Se origina en los manantiales El Bosque y La Poza Azul en Oaxtepec, y fluye en dirección suroeste. A la cuenca alta de este río se le conoce como Barranca del Volcán de Ozumba. Después de recibir las aportaciones del río Apatlaco, el río Yautepec recorre ocho kilómetros antes de confluir con el río Amacuzac.

A lo largo de la cuenca de río Yautepec se presentan tres tipos de clima (figura 2) y prevalece el tipo cálido subhúmedo, con un 37.02% y lluvias durante el verano, que se corresponde con la selva baja caducifolia (la parte inferior de la zona correspondiente a Morelos). La vegetación que abarca una mayor área se emplea principalmente para agricultura de temporal (la parte superior del mapa) (Eguía-Lis et al., 2014).

### Problemática del río Yautepec

En una investigación que se realizó en 2015 sobre la calidad del agua superficial de la cuenca del río Yautepec, mediante criterios que conforman la escala de clasificación del agua, se determinó que ésta se encontraba parcialmente contaminada, debido a que se encontraron zonas de contaminación en los municipios de Atlatlahucan, Tlayacapan, Totolapan, Yautepec y Tlaltzapán (Rodríguez Salazar, 2015).

**Figura 2**  
**Entidades federativas que abarca la subcuenca del río Yautepec**



Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Sustentable (2014)

Los parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del agua en esta investigación están avalados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Cabe mencionar que, en los municipios de Atlatlahucan y Yautepec, se cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, la eficiencia del desempeño de éstas se desconoce o simplemente no están en funcionamiento. Por esta razón es importante realizar investigaciones sobre la calidad del agua en la cuenca de río Yautepec, para poder determinar la razón de la contaminación del agua.

Previamente, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), presentó un informe, en su primera etapa, respecto a la calidad del agua en la subcuenca del río Amacuzac (Vargas Velázquez et al., 2006), mediante un muestreo realizado en la temporada de estiaje donde determinaron que en las condiciones críticas a las que se sujeta de manera natural una corriente de agua derivado del tipo de uso y vegetación, el río Yautepec presenta baja disponibilidad y mala calidad de manera predominante en su espacio físico. Lo anterior es consecuencia de las descargas de aguas residuales por parte de los núcleos de población.

Se ha detectado que los principales problemas de la cuenca del río Yautepec son el elevado consumo y desperdicio del recurso hídrico, un bajo control en la contaminación del agua superficial, además de existir un cierto grado de deficiencia en la gobernabilidad del agua. Debido a estas problemáticas, actualmente esta cuenca muestra deterioro general, lo que conduce al incremento de azolves en cauces y estructuras, así como al incremento del riesgo a inundaciones, lo cual aumenta los problemas de contaminación que conducen a elevar la incidencia de enfermedades, así como a la destrucción del patrimonio histórico de puentes, presas, entre otros (Rodríguez Salazar, 2015).

### **Propuesta de resolución**

El agua es un recurso natural indispensable para la vida diaria, por lo cual se debe preservar, y esto es una tarea de todos que se debe realizar en conjunto, ya que sin ella no se sostiene la vida. Para poder ayudar a cuidar este recurso, es indispensable realizar pequeñas acciones, que al hacerlas en un futuro tendrán grandes resultados. Se deben colocar todos los residuos sólidos en el área correspondiente para evitar que lleguen a los ríos y garantizar que las descargas de aguas residuales domésticas lleguen al drenaje. Evitar derramar cualquier sustancia química en los drenajes y también es importante ser responsables en el consumo diario de agua. De manera municipal se requerirán mejoras en las plantas de tratamientos de aguas residuales. Además, es importante realizar estudios constantes sobre la calidad del agua de la cuenca del río Yautepec, para poder detectar a tiempo el origen de la contaminación y buscar soluciones oportunas.

Modificar la idea de que el agua es infinita es necesario, ya que no es un recurso renovable. Si sólo el 2.5% del total global es agua dulce, esto indica la limitación de este recurso a nivel mundial. Por ello se optimiza su uso racionalmente para cubrir las necesidades humanas sin agotarlo; erróneamente se ha considerado que año tras año se incrementa el porcentaje de agua dulce por las lluvias; sin embargo, el vital líquido no se recupera a la misma velocidad que a la que se consume. Cada vez el volumen global que se dispone de agua se reduce, sin contemplar el factor de la contaminación en todos los niveles y esferas (Comisión Nacional de Derechos Humanos [CNDH], 2018). Por otro lado, si el suelo por donde se infiltra el agua de lluvia o de riego está contaminado, el agua arrastrará a las cuencas subterráneas contaminantes solubles en ella, los cuales cambiarán la calidad de ésta, o bien, si en el aire están presentes partículas suspendidas solubles en agua, mediante la lluvia esos contaminantes llegarán al suelo o directamente a los cuerpos de agua, e incrementarán la contaminación (Pérez Díaz et al., 2019a; 2019b).

Los cálculos muestran que, de seguir las prácticas actuales, el mundo enfrentará un déficit del 40% entre la demanda proyectada y el suministro de agua disponible a finales del año 2030 (Comisión Estatal del Agua [CEAGUA], 2017). Por último, se deben hacer mejoras en

los hábitos para sanar las cuencas de las que se abastece la sociedad y garantizar que el recurso llegue limpio.

### Conclusión

De acuerdo con lo reportado respecto al ICA del río Yautepec, la problemática de la calidad del agua gira en torno al uso desmedido y a la limitada planeación estratégica para el tratamiento del agua residual. Determinar el ICA de ríos o subcuencas en el estado de Morelos, y particularmente en el río Yautepec, permite conocer las condiciones y calidad en las que se encuentran sus aguas, lo que a su vez permite diseñar y proponer alternativas tecnológicas que den solución a los problemas de contaminación que estén presentes.

Asimismo, es importante realizar determinaciones constantes del ICA y promover mecanismos de actualización de la normatividad mexicana con respecto a la calidad del agua, para que se realicen acciones que ayuden a remediar el daño causado a los recursos hídricos, principalmente al río Yautepec, por su importancia y porque, simplemente, sin agua no hay vida.

### Referencias

- Bustamante González, A., Vargas López, S., Palma Raymundo, M. L. y Jaramillo Villanueva, J. L. (2014). Los caudales ecológicos en México: perspectivas y retos para su aplicación. En M. Bedoya Cardoso (coord.), *V Seminario Internacional Uso Racional del Agua USRA, Pitalito, Huila, Colombia*. <https://www.researchgate.net/publication/270881602>
- Comisión Estatal del Agua (2017). *Estadísticas del agua en el Estado de Morelos*. <https://ceagua.morelos.gob.mx/node/108>
- Comisión Nacional de Derechos Humanos (2018). *Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. [https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO\\_RIOS\\_LAGOS\\_ACUIFEROS.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf)
- Eguía-Lis, P.A., Izurieta, J., Miganjos Carro, M. y González Villela, R. (2014). *Indicadores de Integridad Ecológica y Salud Ambiental para las cuencas de los ríos Yautepec y Cuautla, Morelos. 1.ª Etapa. Informe Final*. IMTA. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1547>
- Menchaca Dávila, S. y Ríos Fuentes, L. M. (2020). Análisis diacrónico de la contaminación por cadmio en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México. *UVserva*, 9, 2448-7430. <https://doi.org/10.25009/uvserva.voi9.2644>
- Nitoi, I., Constantin, L. A., Cristea, I. y Constantin, M. A. (2019). Advanced Oxidation Processes (AOPs) alternative methods for degradation of toxic pollutants from wastewater. *Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry*, 1 (1), 39-54. <https://doi.org/10.21698/rjeec.2019.105>

- Pérez-Díaz, J. P., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Flores-Magdaleno, H., Sánchez-Bernal, E. I., Can-Chulim, Á. y Mancilla-Villa, O. R. (2019a). Concentración de nitrato, fosfato, boro y cloruro en el agua del río Lerma. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6 (16), 175-182. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v6n16/2007-901X-era-6-16-175.pdf>
- Pérez-Díaz, J. P., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Flores-Magdaleno, H., Sánchez-Bernal, E. I., Can-Chulim, Á. y Mancilla-Villa, O. R. (2019b). Evaluación de la calidad del agua residual para el riego agrícola en Valle del Mezquital, Hidalgo. *Acta Universitaria*, 29, 1-21. <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v29/2007-9621-au-29-e2117.pdf>
- Robledo Zacarías, V. H., Velázquez Machuca, M. A., Montañez Soto, J. L., Pimentel Equihua, J. L., Vallejo Cardona, A. A., López Calvillo, M. D. y Venegas González, J. (2017). Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 33 (2), 221-235. <https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.02.04>
- Rodríguez Salazar, R. C. (2015). *Plan de gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del río Yautepec, Morelos* [Tesis de Maestría, UNAM]. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/7340>
- Subsecretaría de Desarrollo Sustentable (2014). ProAire 2018-20-2027. <https://sustentable.morelos.gob.mx/ca/proaire>
- Vargas Velázquez, S., Soares Moraes, D. y Guzmán Ramírez, N. (2006). *La gestión del agua en la Cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos*. IMTA. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/164>