

*Short communication*

## Problemática de las Aguas Residuales

### [Wastewater: General Aspects of its Problematic Issues]

Oscar Monroy Hermosillo\*

Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana,  
Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340, CDMX, México.

(\*Autor de Correspondencia: [monroy@xanum.uam.mx](mailto:monroy@xanum.uam.mx))

### Resumen

La biorrefinería de algas y plantas es un proceso de economía circular sustentable para producir biocombustibles y productos químicos de valor agregado por lo que se abordan los problemas y oportunidades de utilizar aguas residuales como insumo pues sus componentes son importantes y recuperables. El objetivo es provechar los componentes para cultivar algas y plantas junto con la producción de agua de mejor calidad y no el de exclusivamente producir agua tratada eliminando sus contaminantes. Se revisan las características de las aguas residuales y las operaciones unitarias necesarias para un aprovechamiento de los componentes para producir combustibles y sustancias químicas con la ayuda de algas y plantas. Se introducen los conceptos de descentralización y segregación de los efluentes para su procesamiento e integración a una economía circular sustentable y se repasan los distintos usos del agua tratada.

### Abstract

A biorefinery of algae and plants is a sustainable process of circular economy to produce biofuels and value-added chemical products, thus the problems and opportunities of using wastewater as an input is addressed. as the wastewater

components are important and recoverable. The objective is to take advantage of the components to grow algae and plants together with producing better quality water and not to exclusively to produce treated water by eliminating its pollutants.

The wastewater characteristics and the necessary unit operations to prepare it for the production of fuels and chemical substances with the help of algae and plants are reviewed. The concepts of decentralization and segregation of effluents for their processing and integration into a sustainable circular economy are introduced and the different uses of treated water are reviewed.

### Introducción

Hay dos conceptos y, por lo tanto, procesos diferentes: si las aguas residuales se tratan con un proceso al final del tubo para producir agua más limpia para usos específicos o si se procesan para obtener subproductos como energía, alimentos, productos químicos finos utilizando procesos basados en la naturaleza. En el manejo de la economía que es el manejo de los bienes que tenemos en el planeta es conveniente aplicar los conceptos de **sustentabilidad y economía circular**.

**Sustentabilidad o sostenibilidad** viene de la palabra francesa *soutenir* que significa sostener o apoyar. Se habla de un acuífero sustentable o sostenible cuando no se le extrae más agua de la que recarga, o en silvicultura cuando no se cosecha más madera que la que se produce por el crecimiento de los árboles. En general, es respetar en la naturaleza la capacidad de auto-regenerarse o, no explotarla más rápido de lo que se puede regenerar.

La sustentabilidad depende de la población, del uso de los recursos y de las tecnologías, pero es un concepto tan importante que también incluye a la democracia, la justicia y la libertad.

**Economía circular.** Siendo la tierra un sistema cerrado se desprende que la economía y el medio ambiente deben estar en equilibrio. Entonces la economía circular se puede conceptualizar como una economía para describir estrategias industriales para la prevención de residuos, la creación de empleos locales, eficiencia en el uso de recursos y desmaterialización de la economía industrial (no vender la propiedad sino el uso de los productos) de tal manera que los beneficios o las utilidades industriales no dependieran de externalizar costos y riesgos (al ambiente o a la sociedad incluidos los trabajadores). Es en resumen una economía industrial intencionalmente diseñada para ser regeneradora. Sistema regenerativo en el que la entrada de recursos y el desperdicio, las emisiones y las fugas de energía se minimizan al reducir la

velocidad, cerrar y estrechar los circuitos de material y energía (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

El manejo de agua en una economía circular implica tener una gran cantidad de agua en procesos de tratamiento y recirculación para solamente extraer el agua necesaria para compensar las pérdidas. Este manejo circular permitiría la recuperación de las sustancias contaminantes del agua como insumos de otros procesos como la **biorrefinería de algas y plantas** que es un proceso de economía circular sustentable para producir biocombustibles y productos químicos de valor agregado (Olguín, 2012). El agua residual que requiere como materia prima y su tratamiento debe ser estudiada para diseñar el proceso, los productos y el destino del agua.

Esto es clave porque las aguas residuales en flujo y composición son muy variables a lo largo del día, de la semana, de una estación y del año. Esto aplica tanto para las aguas industriales como para las domésticas y urbanas por lo que pone en riesgo la operación estable de una refinería. Por eso es importante caracterizar el agua residual (Cuadro 1) que se va a usar en la biorrefinería.

#### Cuadro 1. Características de las aguas residuales (AR)

- 
- **Clasificación**
    - AR domésticas (cantidad generada por habitante, variaciones diarias, estacionales)
    - AR industriales (variaciones del flujo por actividad, por campaña de producción)
    - Ecurrimientos agrícolas (contaminación difusa, drenes,)
    - AR urbanas (combinación de ARd, ARi, escurrimientos urbanos)
    - Necesidad y oportunidades de segregación de efluentes

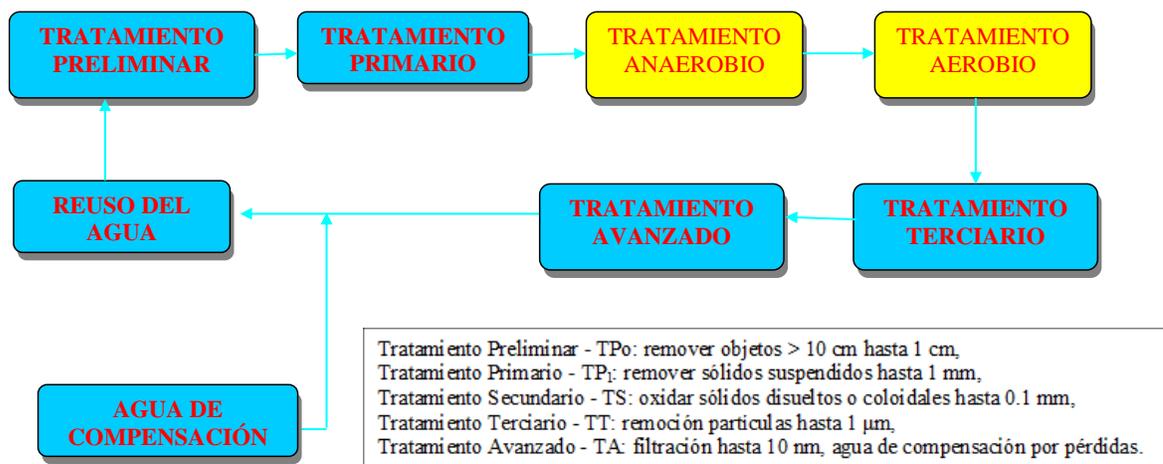
- Industriales
- Domésticos
- **Características físicas**
  - Sólidos suspendidos, microorganismos, estética, sedimentos
  - Sólidos disueltos, Conductividad (sales),
  - Temperatura, pH
  - Color, Olor
- **Características químicas**
  - Composición
    - Sustancias orgánicas medición por DQO
      - Degradables (medición por DBO)
      - No biodegradables (DBO/DQO)
    - Minerales: metales, nutrientes (P, N)
    - pH, alcalinidad
    - Relaciones C/N/P

Estas características las podemos relacionar para calcular la cantidad de un componente particular que se quiere eliminar o usar para una transformación.

Así una concentración ( $C_i$ ) que es la cantidad de un soluto (o material suspendido por unidad de volumen) al multiplicarla por el flujo ( $F$ ) nos da la velocidad másica o carga de ese componente: ( $m_i = F \times C_i$ ) en donde el subíndice  $i$  nos indica el componente. Existen estimaciones de la cantidad de agua residual que puede generar

la población y los distintos tipos de industria (concentración, flujo, carga orgánica, población, equivalentes de población) con lo que se puede predecir la cantidad de agua que se puede producir y la que se puede transformar en productos útiles (von Sperling, 2007).

El tren de tratamiento de aguas residuales en economía circular (Fig. 1) para mantener la mayor cantidad de agua en reutilización permitiendo ahorrar y almacenar agua limpia para consumo humano.



**Figura 1.** Tren de tratamiento de aguas residuales en economía circular.

Para hacer más homogéneas las aguas que se van a tratar lo mejor es segregadas. En la industria se hace; el agua de proceso tiene un tren de diferente al agua de enfriamiento y diferentes ambos al agua de vapor y al agua de los sanitarios. Lo mismo puede hacerse con las aguas domésticas que se pueden segregar en aguas amarillas de alto contenido de urea, aguas grises y aguas cafés con baja y alta concentración de materia orgánica, respectivamente. Usando muebles ahorradores de agua la primera corresponde a 1.5 L/hab.d, las segundas son alrededor de 80 L/hab.d y la últimas 1.5 L/hab.d. (Fig. 2).

La urbanización contemporánea que se realiza en unidades habitacionales verticales u horizontales permite este tipo de tratamiento descentralizado y segregado de las aguas residuales pero también puede ser utilizado en comunidades donde se dificulte la construcción de drenajes.

Además de obtener energía y productos químicos el tratamiento descentralizado de aguas segregadas permite:

- Usar el agua residual *in situ*.
- Reducir longitud y diámetro de drenajes.
- Mayor control del flujo y crecimiento de la PTAR.

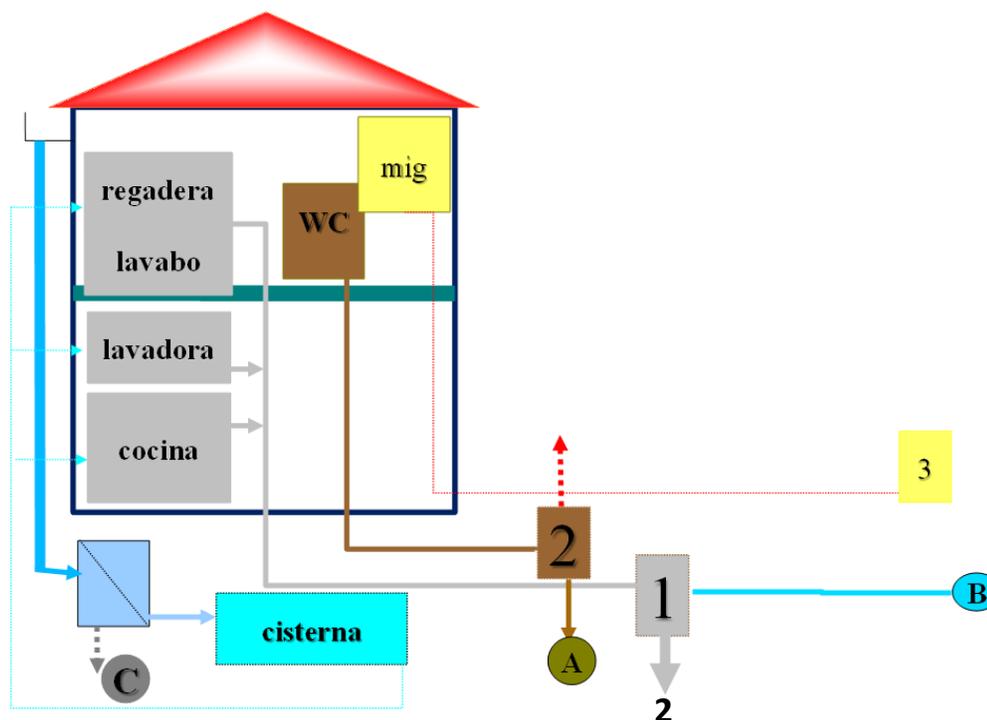


Figura 2. Segregación de efluentes domésticos en conjuntos habitacionales.

### Usos del agua

Dependiendo del grado de tratamiento y almacenamiento, los usos del agua son varios (Cuadro 2). Dentro de una economía

circular siempre se debe tener al agua en constante recirculación y tratamiento para poder almacenar agua para el consumo humano.

## Cuadro 2. Usos del agua con diferentes grados de tratamiento

- **Doméstica e Industrial** (para alimentos, medicamentos)
- **Industrial en contacto con producto**
- **Industrial para servicios**
- **Irrigación** (hortícolas y otro tipo (árboles o granos))
- **Pecuaria**
- **Vida acuática**
- **Acuicultura** (animal, planta)
- **Recreación** (con contacto humano, sin contacto humano)
- **Generación de energía** (vapor o hidroeléctricas)
- **Transportación**

## Conclusión

El tratamiento y reuso de aguas residuales es una práctica de la economía circular sustentable. En una biorrefinería el agua residual es un importante insumo por lo que debe caracterizarse bien para saber cómo aprovechar sus componentes y dar el uso adecuado al agua obtenida.

Es importante usar aguas segregadas para mantener una uniformidad en la materia prima, tener un mejor control de los componentes y procesos sustentables de manejo de agua.

*Open Access: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0) which permits any use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and the source are credited.*

## Referencias

- Geissdoerfer, M., Savaget P., Bocken N.M.P., Hultink. E.J. 2017. The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *J. Cleaner Prod.* 143: 757-768.
- Monroy, O. 2013. Manejo sustentable del agua en México. *Revista Digital Universitaria [en línea]* 14(10); Artículo electrónico. URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/index.html>
- Olguín, E. 2012. Dual purpose microalgae–bacteria-based systems that treat wastewater and produce biodiesel and chemical products within a Biorefinery. *Biotechnol. Adv.* 30(5): 1031-1046.
- von Sperling, M. 2007. Wastewater characteristics, treatment and disposal. *Biological Wastewater Treatment Series* Vol. 1. IWA Publishing. 292 Pp. ISBN: 1843391619.