

## **Sustancias poliméricas extracelulares microbianas con propiedades floculantes: una alternativa al empleo de copolímeros de acrilamida**

Alma Rosa Netzahuatl Muñoz<sup>1</sup>\* **ID**.

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Tlaxcala. Av. Universidad Politécnica No. 1. San Pedro Xalcaltzinco, Tepeyanco, Tlaxcala, México. CP 90180.

\*Email autor correspondal: [almarosa.netzahuatl@uptlax.edu.mx](mailto:almarosa.netzahuatl@uptlax.edu.mx)

### **RESUMEN**

La operación de coagulación-floculación para la remoción de partículas suspendidas es muy utilizada en el tratamiento de aguas residuales. Entre los floculantes más empleados actualmente se encuentran los copolímeros de acrilamida, sin embargo, el uso extensivo de estas moléculas recalcitrantes podría ocasionar efectos indeseables en los ecosistemas. En estudios recientes se han reportado sustancias poliméricas extracelulares de origen microbiano con propiedades floculantes semejantes a los polímeros sintéticos. Estos hallazgos muestran el gran potencial de los polímeros microbianos en el área ambiental y la importancia de estudios adicionales que permitan su producción a gran escala.

**Palabras clave:** floculantes, tratamiento de aguas, copolímeros de acrilamida, biopolímeros, EPS.

### **ABSTRACT**

The coagulation-flocculation operation for the removal of suspended particles is widely used in wastewater treatment. Among the flocculants most used today are acrylamide copolymers, however, the extensive use of these recalcitrant molecules could cause undesirable effects on ecosystems. Recent studies have reported extracellular polymeric substances of microbial origin with flocculating properties like synthetic polymers. These findings show the great potential of microbial polymers in the environmental area and the importance of additional studies that allow their large-scale production.

**Keywords:** flocculants, water treatment, acrylamide copolymers, biopolymers, EPS.

## EDITORIAL

Los copolímeros de acrilamida (CAM) son moléculas muy versátiles que han sido usadas ampliamente en el tratamiento de aguas residuales, clarificación de agua potable, retención de agua en suelos agrícolas, espesante en la industria química, formulación de pesticidas, etc., [1-3]. En el tratamiento de aguas se aprovechan sus propiedades floculantes para la remoción de partículas suspendidas de contaminantes, así como en el espesamiento de lodos [4], estas aplicaciones tienen un gran auge, basta con realizar una búsqueda en un navegador de internet con la frase genérica “floculantes de poliacrilamida” para que cientos de páginas de fabricantes y distribuidores se desplieguen ante nuestros ojos.

La pregunta obligada hoy en día para cualquier sustancia xenobiótica usada ampliamente y descargada al medio ambiente es ¿Puede continuar empleándose este compuesto sin que la salud del ser humano y los ecosistemas sean afectados? En el caso de los CAM por regla general se considera que no son tóxicos y que resisten a la degradación microbiana en condiciones naturales debido a su alto peso molecular [5] ¿Esta información es suficiente para continuar con el uso de estos productos? No, hay muchas interrogantes sobre el destino final de estos polímeros en el ambiente y la

información publicada hasta el momento es todavía escasa [6]. Algunas problemáticas potenciales debidas al uso de copolímeros de poliacrilamida son la presencia de monómeros de acrilamida y otros intermediarios residuales tóxicos en los productos floculantes comerciales [2], así como la posibilidad de formación de productos de degradación tóxicos por su transformación física, química y/o biológica en los ecosistemas, tal como se ha observado en condiciones de laboratorio [1, 2, 5]. Por otra parte, se ha reportado que los copolímeros de acrilamida particularmente las formas catiónicas pueden ser tóxicas a las especies acuáticas [6, 7], además el hecho de su lenta degradación en los ambientes naturales puede provocar su acumulación hasta alcanzar concentraciones que pudieran ocasionar efectos indeseables.

Como una alternativa al uso de floculantes sintéticos se ha propuesto el uso de biopolímeros, entre los más estudiados se encuentran la quitosana obtenida a partir de quitina de carapachos de especies marinas de interés comercial, taninos y taninos modificados, gomas y mucílagos vegetales, alginato y celulosa [8-10]. Estos biopolímeros tienen como ventaja principal que se degradan fácilmente en condiciones naturales, pero son usualmente moléculas menos efectivas en el proceso de coagulación-floculación en

comparación con los polímeros sintéticos y por esta razón algunos solo pueden ser empleados como coagulantes-ayuda [9].

Floculantes de origen biológico menos estudiados son las sustancias exopoliméricas (EPS por sus siglas en inglés) microbianas. Las EPS están compuestas de moléculas de alto peso molecular como polisacáridos, proteínas, lípidos y algunos de sus derivados [11, 12]. Las EPS son polielectrolitos aniónicos al igual que los principales copolímeros de acrilamida empleados en el tratamiento de aguas, por lo que sus mecanismos y eficiencias de floculación podrían compararse a la de los floculantes sintéticos [11]. La mayoría de las investigaciones presentes se encuentran en una etapa inicial en la que se aíslan y cultivan microorganismos productores de EPS; se extraen, purifican y caracterizan nuevas sustancias poliméricas; se cuantifican sus propiedades floculante y se estudia su mecanismo de acción [13-15]. Con base en estos resultados se han planteado ya algunas investigaciones enfocadas a identificar condiciones que permitan su producción a bajo costo [16] y por lo tanto la posibilidad de fabricación de estos biopolímeros a gran escala, también se ha explorado el uso de las EPS en la recuperación de células en el cultivo de microalgas para la obtención de biodiesel y la adsorción de metales tóxicos [15]. Como tantas

otras áreas de la biotecnología, el estudio de floculantes de origen microbiano tendrá un largo recorrido lleno de hallazgos interesantes y un potencial que podría concretarse a mediano plazo.

La ciencia avanza continuamente y para contribuir con un granito de arena, en este número de Alianzas y Tendencias BUAP se publican cuatro artículos de investigación, el primero presenta un trabajo de entomología con gran repercusión en el área de la salud sobre la distribución de dos vectores de *Trypanosoma cruzi* en comunidades de Aguascalientes y Zacatecas, México [17], el segundo artículo presenta una búsqueda de los inhibidores de Quorum sensing en bacterias patógenas e incluye un estudio preclínico también *in silico* que indica el potencial que puede tener el uso de estos compuestos inhibitorios como terapia farmacológica alternativa [18]. El tercer artículo reporta la caracterización de siete cepas rizosféricas del género *Paraburkholderia* sp.; que incluye la construcción y análisis de sus árboles filogenéticos [19]. En el cuarto artículo se presentan los resultados del estudio que determina el nivel de satisfacción de pacientes e identifica oportunidades de mejora del servicio de consulta externa de farmacia hospitalaria [20]. Estimados lectores, esperamos que este número sea de su agrado e invitamos a más investigadores a enviar sus

propuestas para ser evaluadas. Adicionalmente, damos a conocer que la revista ha logrado

ingresar al repositorio REDIB tras su evaluación correspondiente (Figura 1).

The screenshot shows the REDIB website interface. At the top right, there are links for 'Boletín', 'Entrar', and 'Es'. Below the header, there is a navigation menu with 'Revistas', 'Libros', 'Ranking', 'Estadísticas', 'Servicios', 'Audiovisuales', and 'Autores REDIB'. A search bar is present with 'Todos los campos' and 'Buscador de Revistas'. Below the search bar, there are buttons for 'Citar', 'Imprimir', 'Enviar por correo', 'Exportar registro', and 'Agregar a favoritos'. The main content area displays the journal 'Alianzas y tendencias BUAP' with its logo and the text 'México'. Below this, there is a description: 'Alianzas y Tendencias BUAP (AyTBUAP) es una revista científica multidisciplinaria arbitrada que publica artículos de investigación, revisiones, opiniones, estudio de casos, valuaciones de patentes. Actualment...'. On the right side, there is a section titled 'Ejemplares similares' with a list of related journals: 'Tendencias', 'Tendencias Pedagógicas', 'Realidad, tendencias y desafíos en turismo', and 'Revista Historia. Debates e Tendencias'.

**Figura 1.** Alianzas y tendencias BUAP en el repositorio REDIB ([https://redib.org/Serials/Record/oai\\_revista6253-alianzas-y-tendencias-buap](https://redib.org/Serials/Record/oai_revista6253-alianzas-y-tendencias-buap)). Revisado el 2 de junio de 2021.

## REFERENCIAS

- [1]. Xiong B, Loss RD, Shields D, Pawlik T, Hochreiter R, Zydney AL, *et al.* Polyacrylamide degradation and its implications in environmental systems. *NPJ Clean Water*. 2018;1(1):1-9.
- [2]. Guezennec AG, Michel C, Bru K, Touze S, Desroche N, Mnif I, *et al.* Transfer and degradation of polyacrylamide-based flocculants in hydrosystems: a review. *Environ Sci Pollut Res* 2015; 22(9):6390-6406.
- [3]. Kusnin N, Syed MA, Ahmad SA. Toxicity, pollution and biodegradation of acrylamide—a mini review. *JOBIMMB* 2015; 3(2):6-12.
- [4]. Guzzo J, Guezennec AG. Degradation and transfer of polyacrylamide based flocculent in sludge and industrial and natural waters. *Environ Sci Pollut Res*, 2015; 22: 6387-6389.
- [5]. Joshi SJ, Abed RM. Biodegradation of polyacrylamide and its derivatives. *Environ Proces* 2017; 4(2):463-476.
- [6] Costa R, Pereira JL, Gomes J, Gonçalves F,

Hunkeler D, Rasteiro MG. The effects of acrylamide polyelectrolytes on aquatic organisms: relating toxicity to chain architecture. *Chemosphere*. 2014; 112:177-184.

[7]. Swift T, Swanson L, Bretherick A, Rimmer S. Measuring poly (acrylamide) flocculants in fresh water using inter-polymer complex formation. *Environ Sci: Water Res Technol*, 2015; 1(3):332-340.

[8]. Wang B, Wang SF, Lam SS, Sonne C, Yuan TQ, Song GY, *et al.* A review on production of lignin-based flocculants: Sustainable feedstock and low carbon footprint applications. *Renew Sustain Energy Rev*, 2020; 134:110384.

[9]. Lee CS, Robinson J, Chong MF. A review on application of flocculants in wastewater treatment. *Process Saf Environ Prot*, 2014; 92(6):489-508.

[10]. Yin Z, Chu R, Zhu L, Li S, Mo F, Hu D, *et al.* Application of chitosan-based flocculants to harvest microalgal biomass for biofuel production: A review. *Renew Sustain Energy Rev*, 2021; 145:111159.

[11]. Ajao V, Bruning H, Rijnaarts H, Temmink H. Natural flocculants from fresh and saline wastewater: comparative properties and flocculation performances. *Chem Eng J*, 2018; 349:622-632.

[12]. Nouha K, Kumar RS, Balasubramanian S, Tyagi RD. Critical review of EPS production, synthesis and composition for sludge flocculation. *J Environ Sci*, 2018; 66:225-245.

[13]. Bakar SN, Hasan HA, Abdullah SR, Kasan NA, Muhamad MH, Kurniawan SB. A review of the production process of bacteria-based polymeric flocculants. *J Water Process Eng*, 2021; 40:101915.

[14]. Lee DJ, Chang YR. Bioflocculants from isolated stains: A research update. *J Taiwan Inst Chem Engrs*, 2018; 87:211-

[15]. Salehizadeh H, Yan N. Recent advances in extracellular biopolymer flocculants. *Biotechnol Adv*, 2014; 32(8):1506-1522.

[16]. Xia X, Liang Y, Lan S, Li X, Xie Y, Yuan W. Production and flocculating properties of a compound biopolymer flocculant from corn ethanol wastewater. *Bioresour Technol*, 2018; 247:924-932.

[17] Morales-Moran S, Sánchez-García E, Chávez-Gómez RI, Carrasco-Esparza NA, Aguayo-Acosta A, Hernández-Marín DA. Distribution of *Triatoma (Meccus) phyllosoma* and *Triatoma (Meccus) longipennis* as vectors of *Trypanosoma Cruzi* in the State of Aguascalientes, Mexico and Surroundings. *Alianzas y Tendencias BUAP* [Internet] 2021; 6(22):1–15. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1VqtU2uWkLt>

[KwdIBWiD7NjhfWxX6QuSoy/view](https://drive.google.com/file/d/1KwdIBWiD7NjhfWxX6QuSoy/view)

[18] Escobar-Muciño E, Búsqueda *in silico* de Inhibidores de Quorum Sensing y estudios preclínicos en *Chromobacterium violaceum*. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet] 2021; 6(22):16–53. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1FBoWmsjFxa9vsV1eZb2lo38AjbPiuuO9/view>

[19] Guevara-González IC, Carreño-López R, Caso-Vargas LR, Marín-Cevada V. Caracterización de cepas rizosféricas pertenecientes al género *Paraburkholderia* sp. aisladas de la sierra norte del Estado de Puebla. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2021;

6(22):54–75. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1Az52KkAPGR5iWM9g5IJw075RtQj33rlk/view>

[20] Urda Romacho J, Fernández Martín JM, González Vaquero D, Torres Rodríguez M del C, Cantó Mangana J, Castro Vida MA. Análisis de las encuestas de satisfacción realizadas en consulta de farmacia hospitalaria. Comparación de resultados. Alianzas y Tendencias BUAP [Internet]. 2021; 6(22):76–88. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1Sx2unAN3BzUgaHyH3fte0QOI4IwRtAQF/view>