

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE HIDROGELES DE ÁCIDO ACRÍLICO CO ACRILAMIDA

Martha Alejandra Cerpa Gallegos^A, Ana María López Salgado^B, Vicente Arturo Lara Valencia^C, Veronica Adriana Rojas De La Cruz^D, Esteban González Medina^E



| ARTICLE INFO | RESUMEN |
|--|---|
| <p>Article history:</p> <p>Received: Aug, 28th 2024</p> <p>Accepted: Oct, 28th 2024</p> <p>Palabras clave:</p> <p>Acrilamida; Ácido Acrílico; Melanina; Hidrogeles.</p> <div data-bbox="172 965 480 1211" style="text-align: center;">  </div> | <p>Objeto: Sintetizar y analizar las características de hidrogeles ácido acrílico con acrilamida, así como la utilización de desechos de cabello en la formulación, para evaluar las aplicaciones de estos materiales.</p> <p>Referencia Teórica: Los principales conceptos que sustentan la investigación es la polimerización en solución y las características estructurales de los materiales entrecruzados con carácter hidrofílico de los hidrogeles, así como también la incorporación de materiales naturales, como es el caso de la queratina proveniente de los residuos de cabello, que dan la oportunidad a la generación de nuevos materiales con un enfoque de economía circular y sostenible.</p> <p>Método: El método empleado en la obtención de hidrogeles fue la polimerización en solución, seleccionando como monómeros ácido acrílico (Aldrich 99%) y acrilamida proporcionado por J.T. Baker, como agente entrecruzante N, N-metilenbisacrilamida (Sigma-Aldrich 99.5%). La polimerización se realizó con un par de iniciadores rédox, persulfato de potasio (K₂S₂O₈) (Sigma-Aldrich pureza 99%) y el metabisulfito de sodio (Na₂S₂O₅) (Sigma-Aldrich 98-100%). Se obtuvo queratina de los residuos de cabello, por tratamiento con KOH en solución para su posterior incorporación en la formulación.</p> <p>Resultados y Conclusiones: Los resultados obtenidos demostraron que los materiales sintetizados en presencia de queratina exhibieron arreglos estructurales que difieren con los de los materiales puros (blancos o sin melanina), los grados de hinchamiento de estos materiales fueron similares a los de los compuestos puros, por lo que se pueden emplear en aplicaciones que requieran de esta característica, principalmente como uso biomédico debido a la incorporación de elementos naturales y compatibles como la queratina proveniente del cabello.</p> <p>Implicaciones de la Investigación: La incorporación de elementos de origen natural a la formulación de hidrogeles ha proporcionado una aportación positiva a los materiales, ya que modifica su estructura y favorece la captación de humedad, hecho que puede ser aprovechado para aplicaciones tanto biomédicas como en la agricultura, a la vez que se aprovecha un residuo con escasa utilización y que puede ser un problema de contaminación, fibras de seda en los hidrogeles ha tenido una aportación positiva en la morfología de los materiales obtenidos, promoviendo el desarrollo de soluciones innovadoras y efectivas.</p> |

^A Doctor en Ciencias en Ingeniería Química. Centro de Enseñanza Técnica Industrial. Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: cerpag@ceti.mx

^B Licenciada en Matemática. Centro de Enseñanza Técnica Industrial. Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: alopez@ceti.mx

^C Doctor en Ciencia de Materiales. Centro de Enseñanza Técnica Industrial. Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: vlara@ceti.mx

^D Licenciatura en Matemáticas. Centro de Enseñanza Técnica Industrial. Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: yarojas@ceti.mx

^E Tecnólogo en Control Automático. Partes e Implantes Avanzados S de RL de CV. Zapopan, Jalisco, México. E-mail: estebangm@parteseimplantes.com

Originalidad/Valor: El valor de esta investigación radica en el empleo de elementos naturales, como la queratina proveniente de los desechos de cabello en la formulación de hidrogeles, confiriéndoles características estructurales y físicas, así como poder absorbente, que pueden tener aplicaciones en áreas como liberación controlada de fármacos o sistemas de riego en agricultura, fomentando la revalorización de los desechos que normalmente se consideran inútiles, creando conciencia sobre la importancia del reciclaje y la economía circular.

Doi: <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i11.5101>

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ACRYLIC ACID-CO-ACRYLAMIDE HYDROGELS

ABSTRACT

Purpose: To synthesize and analyze the characteristics of acrylic acid hydrogels with acrylamide, as well as the use of hair waste in the formulation, in order to evaluate the applications of these materials.

Theoretical Reference: The main concepts that support the research are the polymerization in solution and the structural characteristics of the cross-linked materials with hydrophilic character of hydrogels, as well as the incorporation of natural materials, as is the case of keratin from hair waste, which give the opportunity to generate new materials with a circular and sustainable economy approach.

Method: The method used to obtain hydrogels was solution polymerization, selecting as monomers acrylic acid (Aldrich 99%) and acrylamide provided by J.T. Baker, as crosslinking agent N, N-methylenebisacrylamide (Sigma-Aldrich 99.5%). Polymerization was performed with a pair of redox initiators, potassium persulfate (K₂S₂O₈) (Sigma-Aldrich purity 99%) and sodium metabisulfite (Na₂S₂O₅) (Sigma-Aldrich 98-100%). Keratin was obtained from hair residues, by treatment with KOH in solution for subsequent incorporation into the formulation.

Results and Conclusions: The results obtained showed that the materials synthesized in the presence of keratin exhibited structural arrangements that differed with those of the pure materials (white or without melanin), the swelling degrees of these materials were similar to those of the pure compounds, so they can be used in applications that require this characteristic, mainly as biomedical use due to the incorporation of natural and compatible elements such as keratin from hair.

Research Implications: The incorporation of elements of natural origin to the formulation of hydrogels has provided a positive contribution to the materials, since it modifies their structure and favors moisture uptake, a fact that can be exploited for both biomedical and agricultural applications, while taking advantage of a waste with little use and that could be a pollution problem, silk fibers in hydrogels has had a positive contribution in the morphology of the materials obtained, promoting the development of innovative and effective solutions.

Originality/Value: The value of this research lies in the use of natural elements, such as keratin from hair waste in the formulation of hydrogels, giving them structural and physical characteristics, as well as absorbent power, which may have applications in areas such as controlled release of drugs or irrigation systems in agriculture, promoting the revaluation of waste that is normally considered useless, raising awareness about the importance of recycling and circular economy.

Keywords: Acrylamide, Acrylic Acid, Melanin, Hydrogels.

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGÉIS DE ÁCIDO ACRÍLICO E COACRILAMIDA

RESUMO

Objetivo: Sintetizar e analisar as características dos hidrogéis de ácido acrílico com acrilamida, bem como o uso de resíduos de cabelo na formulação, a fim de avaliar as aplicações desses materiais.

Referencial Teórico: os principais conceitos que embasam a pesquisa são a polimerização em solução e as características estruturais de materiais reticulados de hidrogel com caráter hidrofílico, bem como a incorporação de materiais naturais, como a queratina de resíduos capilares, que oferecem a oportunidade de gerar novos materiais com uma abordagem de economia circular e sustentável.

Método: O método usado para obter hidrogéis foi a polimerização em solução, selecionando ácido acrílico (Aldrich 99%) e acrilamida fornecidos pela J.T. Baker como monômeros, e N, N-metilenobisacrilamida (Sigma-Aldrich 99,5%) como agente de reticulação. A polimerização foi realizada com um par de iniciadores redox, persulfato de potássio (K₂S₂O₈) (Sigma-Aldrich, 99% de pureza) e metabisulfito de sódio (Na₂S₂O₅) (Sigma-Aldrich, 98-100%). A queratina foi obtida de resíduos de cabelo, por meio de tratamento com KOH em solução para posterior incorporação à formulação.

Resultados e Conclusões: Os resultados obtidos mostraram que os materiais sintetizados na presença de queratina apresentaram arranjos estruturais diferentes dos materiais puros (brancos ou sem melanina), os graus de intumescimento desses materiais foram semelhantes aos dos compósitos puros, podendo ser empregados em aplicações que exijam essa característica, principalmente como uso biomédico, devido à incorporação de elementos naturais e compatíveis, como a queratina do cabelo.

Implicações da Pesquisa: A incorporação de elementos de origem natural à formulação de hidrogéis proporcionou uma contribuição positiva aos materiais, pois modifica sua estrutura e favorece a absorção de umidade, fato que pode ser explorado tanto para aplicações biomédicas quanto agrícolas, ao mesmo tempo em que aproveita um resíduo com pouco uso e que poderia ser um problema de poluição, as fibras de seda nos hidrogéis tiveram uma contribuição positiva na morfologia dos materiais obtidos, promovendo o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficazes.

Originalidade/Valor: O valor desta pesquisa está na utilização de elementos naturais, como a queratina de resíduos capilares, na formulação de hidrogéis, conferindo-lhes características estruturais e físicas, bem como poder absorvente, que podem ter aplicações em áreas como liberação controlada de fármacos ou sistemas de irrigação na agricultura, promovendo a revalorização de resíduos que normalmente são considerados inúteis, conscientizando sobre a importância da reciclagem e da economia circular.

Palavras-chave: Acrilamida, Ácido acrílico, Melanina, Hidrogéis.

1 INTRODUCCIÓN

Un hidrogel es un polímero entrecruzado capaz de absorber grandes cantidades de agua sin disolverse. La cantidad máxima de agua en el equilibrio estará determinada por el equilibrio entre las fuerzas cohesivas de la red y las fuerzas osmóticas [1]. En el presente trabajo se estudiará el comportamiento del hidrogel en diferentes formulaciones, basadas en acrilamida y ácido acrílico, esto con el fin de observar el índice o porcentaje de hidratación y el porcentaje de agua retenido, así mismo la capacidad de liberación del hidrogel en una determinada unidad de tiempo por muestra realizada, estos parámetros están dados por:

$$\%H = \frac{m_t - m_0}{m_0} \quad (1)$$

donde:

m_t es la masa del hidrogel para un tiempo (t) dado, y m_0 es la masa del xerogel [2].

Esta propiedad resulta de fácil modificación ampliando su versatilidad, confiriéndole varias y significativas aplicaciones industriales de entre ellas tomaremos el área biomédica, con el fin de comprobar la eficacia de acción benéfica, ante problemas terapéuticos, para ello probaremos la incorporación de principios activos específicamente la melanina, esta se puede encontrar dentro de cabello. El cabello está constituido por proteínas, lípidos, agua, pigmentos

y oligoelementos, el componente mayoritario (80% aprox.) es la queratina, una proteína rica en azufre, dura y resistente, la principal diferencia entre la queratina de la piel, cabello y de las uñas es el contenido de azufre, encontrándose en mayor cantidad en las últimas [3]. Se puede diferenciar entre dos tipos de queratina, dura y blanda. La primera presente en la corteza y la cutícula y la segunda podemos encontrarla en la médula del pelo. La queratina se rompe mediante el uso de álcalis fuertes y reductores, la melanina es el pigmento encontrado, existiendo dos variantes eumelanina y feomelanina, identificadas por la coloración negra o rojiza respectivamente, observada en el cabello. [4]

2 SECCIÓN EXPERIMENTAL

El copolímero se sintetizó empleando una proporción al 15% de acrilamida y el 13% de ácido acrílico neutralizado previamente, para lo cual se recurrió a una base medianamente fuerte, posteriormente añadimos N, N-metilenbisacrilamida como entrecruzante, se emplearon los iniciadores en concentraciones equivalentes. La agitación empleada fue en forma de siembra por estriado en ángulo recto y como variaciones ambientales, modificamos la temperatura de preparación por debajo de la condición estándar para ayudar el arreglo molecular. Una vez obtenidos los xerogeles se procedió a realizar el hinchamiento con agua bidestilada, observando el comportamiento en un lapso de 8 horas.

Por otro lado se trabajó con eumelanina y feomelanina provenientes de cabello, la melanina se separó parcialmente, mediante el uso de NaOH en solución, a concentraciones relativamente altas, con el propósito de aprovechar la sensibilidad de la queratina y el puente de sulfuro a los álcalis. Posterior a la separación se añadió el producto de cada una de las soluciones, utilizando diferentes copolímeros de igual formulación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de sintetizar los materiales y realizar la caracterización microscópica, se encontraron arreglos estructurales diferentes a los de los copolímeros puros (blancos) que no cuentan con la carga de melanina en su formulación, así mismo se observó que el grado de hinchamiento del copolímero es similar, alcanzando 100% de hinchamiento en un rango de tiempo de 110 minutos, cotejar en la Figura 1. Se notó que el grado de hinchamiento de los materiales se ve afectado con la presencia de la feomelanina y neomelanina de los hidrogeles, por otro lado se

analizó la interacción de las mencionadas proteínas en el copolímero para en un futuro evidenciar su participación dentro de la red, para ello se planea en un trabajo posterior llevar a cabo una caracterización de los componentes de la formula vía RAMAN. El aspecto de las estructuras del copolímero con melanina, puede ser observado de la Figura 2 b), encontrando arreglos estructurales ordenados. El aspecto microscópico del cabello se muestra en la Figura 2, inciso b).

Figura 1

Cinética de hinchamiento del copolímero

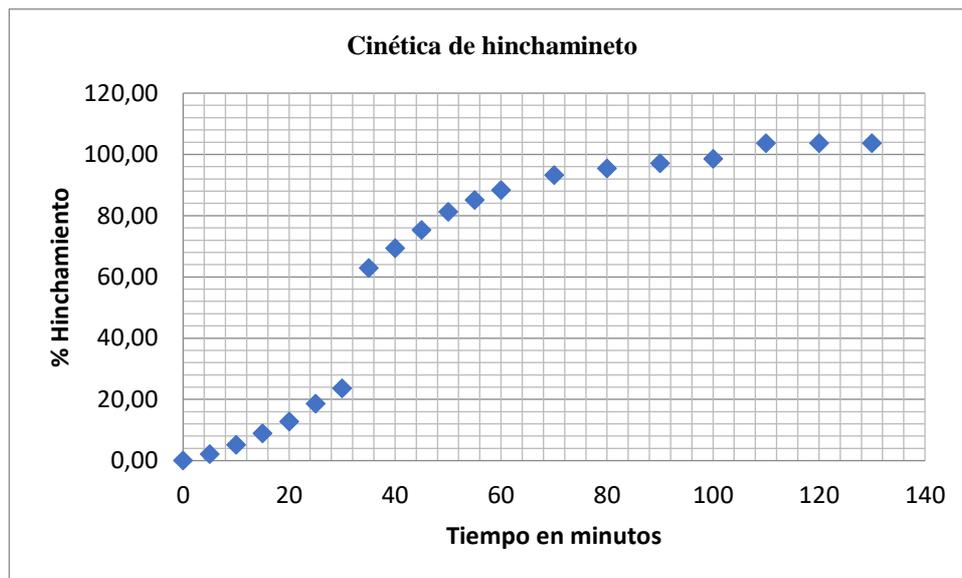
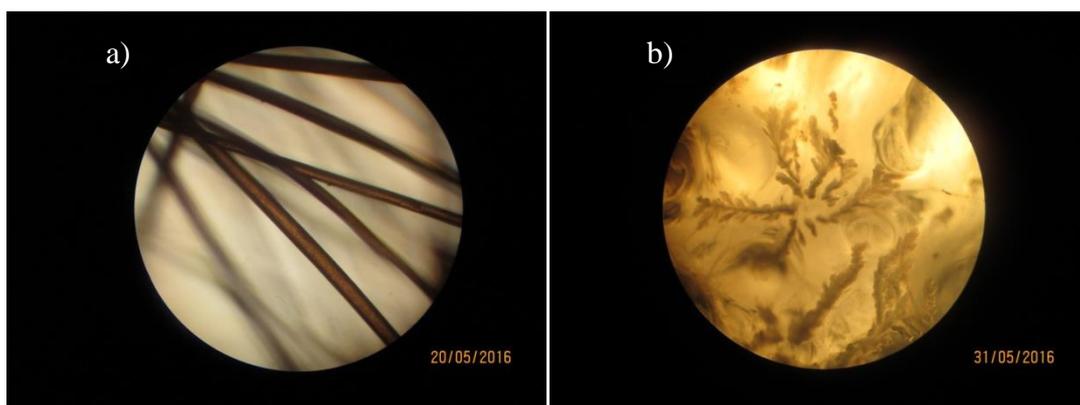


Figura 2

Micrografía del cabello a) y micrografía del copolímero con melanina b)



4 CONCLUSIONES

Después de llevar a cabo la síntesis de los copolímero, se llega a la conclusión de que la metodología propuesta fue adecuada para la síntesis de los materiales, así mismo se comenzó

con el aislamiento de la feomelanina y neomelanina, extraída de cabello humano, dicha metodología tiene que estudiarse más a fondo en trabajos posteriores, sin embargo la incorporación ha sido posible encontrando estructuras organizadas que difieren de las encontradas en los copolímeros puros (blancos), cabe mencionar que este trabajo representa la primera etapa de un proyecto que se está desarrollando, con la finalidad de encontrar materiales para uso biomédico.

REFERENCIAS

- [1] Herman F.M. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 3era. Ed. New York (EE.UU): Wiley-Interscience, Vol. 2 Hydrogels. (2004)
- [2] Katime I, Katime O, Katime D. Los materiales inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones. Bilbao (España):Edit. UPV (2004)
- [3] Alcalde Pérez M. Teresa., Cuidado Dermofarmacéutico del Cabello, Farmacia salud, Barcelona, 25:1, (2011).
- [4] Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía, El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación, Revista digital para profesionales de la enseñanza, N° 10 (2010).