

ESTUDIO VOLTAMPEROMÉTRICO SOBRE LA ELECTRODEPOSITACIÓN DE ASPIRINA SOBRE UN ELECTRODO DE CARBÓN VÍTREO

Jair Azael Corona Castro^a, Luis Humberto Mendoza Huizar^a

^aÁrea Académica de Química, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo.
azaeljair999@hotmail.com, hhuizar@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La aspirina es uno de los medicamentos más utilizados en el mundo debido a su efecto analgésico. Cuando es consumido por el ser humano, este último es incapaz de metabolizarlo totalmente y una parte es desechada por mecanismos fisiológicos e incorporado a las aguas de drenaje. Debido a esto, la aspirina se ha considerado recientemente como un contaminante emergente del agua. Lo anterior ha llevado a una búsqueda extensa de métodos de degradación que permitan su mineralización en aguas residuales para volver a incorporarlas a las actividades humanas. Dado lo anterior en el presente trabajo se propone utilizar la electrodeposición como un medio para remediar aguas contaminadas con este fármaco. Se realizó un estudio voltamperométrico a partir de una solución conteniendo aspirina 0.001M y 0.2M de $ZnCl_2$ como electrolito soporte, sobre un electrodo de carbón vítreo, con un electrodo Ag/AgCl como referencia y como auxiliar uno de grafito. Los experimentos se realizaron con la ayuda de un potenciostato-galvanostato marca EPSILON. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que es posible electrodepositar aspirina a partir de baños a base de cloruros y sobre un electrodo de carbón vítreo. En los voltamperogramas obtenidos es posible observar durante el barrido directo en dirección catódica la formación de un pico de reducción en -1.14V (A). En el barrido inverso se nota la formación de otros picos (B y C) en -1.29V y -1.24V y una señal electroquímica (D) en 0.24V, correspondiente a la aspirina electrodepositada. El trazado de la corriente de pico contra la raíz cuadrada de la velocidad de barrido indica un comportamiento lineal, sugiriendo un control por difusión.

1. INTRODUCCIÓN

La aspirina es uno de los fármacos más antiguos y mejor conocidos por la humanidad. Este medicamento tiene propiedades antiinflamatorias, antipiréticas, antioxidantes y analgésicas [1, 2]. Se utiliza para aliviar los síntomas ocasionados por dolores de cabeza, artralgia y mialgia, entre otras. Esto último es debido a que una vez que se ha ingerido, el cuerpo la hidroliza rápidamente provocando un efecto analgésico [1, 2]. Estudios recientes han mostrado que administrada en dosis específicas, la aspirina tiene la capacidad de prevenir problemas cardiovasculares así como algunos tipos de cáncer, además reduce la incidencia de la enfermedad de Alzheimer [3]. Aunque, la aspirina es un medicamento bastante seguro de usar, el organismo no es capaz de metabolizar totalmente este fármaco y una parte es desechada al drenaje por mecanismos fisiológicos. Esto ha ocasionado que su concentración en las aguas residuales de las grandes poblaciones humanas se haya incrementado notablemente en los últimos años. Dado lo anterior ha habido una búsqueda extensa de métodos de degradación que permitan la mineralización de este compuesto en aguas residuales con la intención de

volver a incorporarlas a las diferentes actividades humanas [4-13]. El mecanismo de degradación de la aspirina mas aceptado es aquel que involucra una hidrolización de acuerdo a la siguiente reacción:

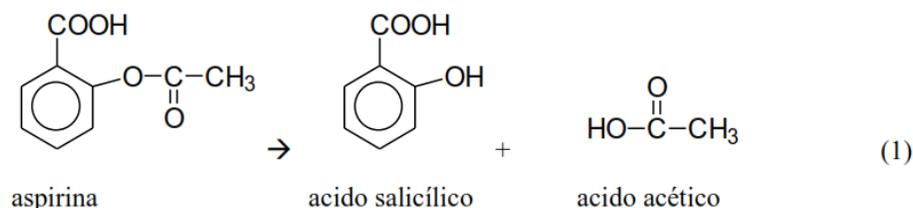


Figura 1. Hidrólisis de la aspirina

Se ha reportado que la velocidad de hidrólisis de la reacción (1) depende de la temperatura y el pH principalmente. Sin embargo, cuando se emplean métodos de oxidación avanzada o métodos biológicos esta hidrólisis es poco eficiente. Es importante mencionar que los dos métodos anteriores son los más utilizados a nivel industrial para llevar a cabo la degradación de fármacos.

Recientemente los métodos electroquímicos han sido reconocidos como una alternativa al tratamiento convencional de aguas residuales, pues con ellos es posible la degradación de algunas sustancias orgánicas. Aunque la degradación es una forma eficiente de eliminar los compuestos peligrosos de las aguas residuales, provoca la formación de nuevos compuestos que a su vez pueden reaccionar con otros presentes en el medio. Otra posible forma de lograr la remediación es recuperar la aspirina a través de un proceso conocido como electrodeposición. El proceso de electrodeposición tiene la ventaja de ser una técnica económica, sencilla, confiable y reproducible que se puede realizar en condiciones normales de presión y temperatura. Lo anterior es posible si se tiene un buen conocimiento de los parámetros de nucleación y crecimiento involucrados en el proceso. Por lo tanto, en el presente trabajo analizamos los procesos óxido-reducción y los parámetros cinéticos de electrocristalización de la aspirina sobre substratos de carbón con la intención de identificar los potenciales de cristalización en donde la aspirina puede depositarse. Lo anterior con la intención de remediar aguas contaminadas con este fármaco.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio voltamperométrico a partir de una solución conteniendo Aspirina 0.001M y 0.2M de ZnCl₂ como electrolito soporte, sobre un electrodo de carbón vítreo, con un electrodo Ag/AgCl como referencia, y como auxiliar uno de grafito de área superficial mucho mayor que la del electrodo de trabajo. Los experimentos se realizaron en un potenciostato-galvanostato EPSILON. El control de los experimentos se realizó a través del software Épsilon EC-USB y también variando la velocidad de rotación del electrodo de trabajo con el disco rotatorio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 2–4 se muestra un voltamperograma cíclico típico a partir del sistema Au/Aspirina 0.001M + 0.2M de ZnCl₂. Todos los voltamperogramas mostrados se obtuvieron a una velocidad de barrido de 100 mV s⁻¹ y con velocidad de rotación de 100 rpm, a las temperaturas de 25, 30 y 35°C, respectivamente. En todos los casos, durante el barrido directo fue posible observar la formación de dos

picos de reducción, A y B. Durante el barrido inverso se observó la formación de otro pico (C) y una señal electroquímica (D). Con el aumento de la temperatura al sistema, el potencial asociado al pico A se vuelve más negativo, lo que implica que se requiera de más energía para poder llevar a cabo la electrodeposición. De igual manera, conforme la temperatura aumenta, la corriente registrada en el potencial de pico A se vuelve más negativa lo que indica que hay una mayor cantidad de material electrodepositado.

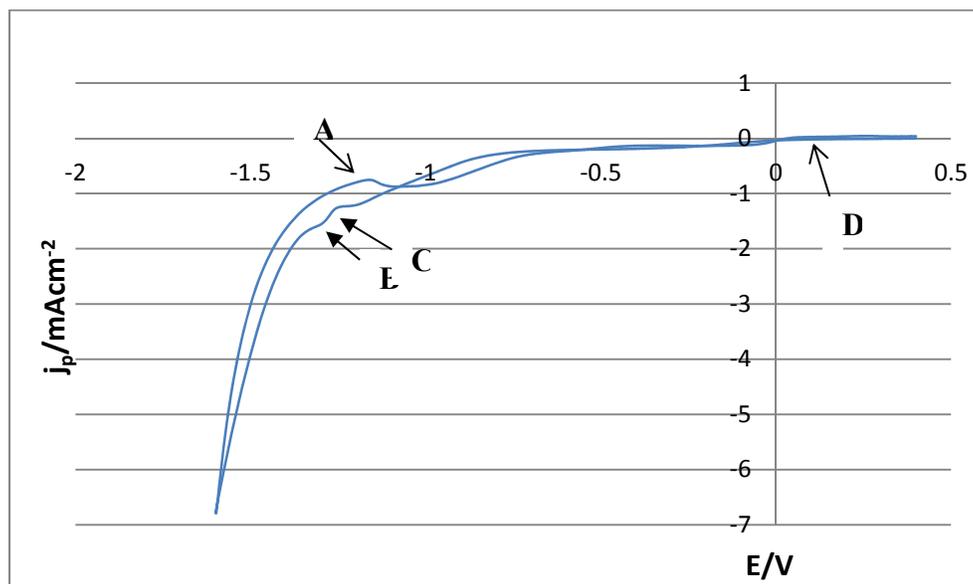


Figura 2. Voltamperograma cíclico típico obtenido a partir del sistema Au/Aspirina 0.001M + 0.2 M de $ZnCl_2$ a una temperatura de 25°C, con el pico A en -1.16 V, el B en -1.32 V, el C en -1.24 V y el D en 0.268 V

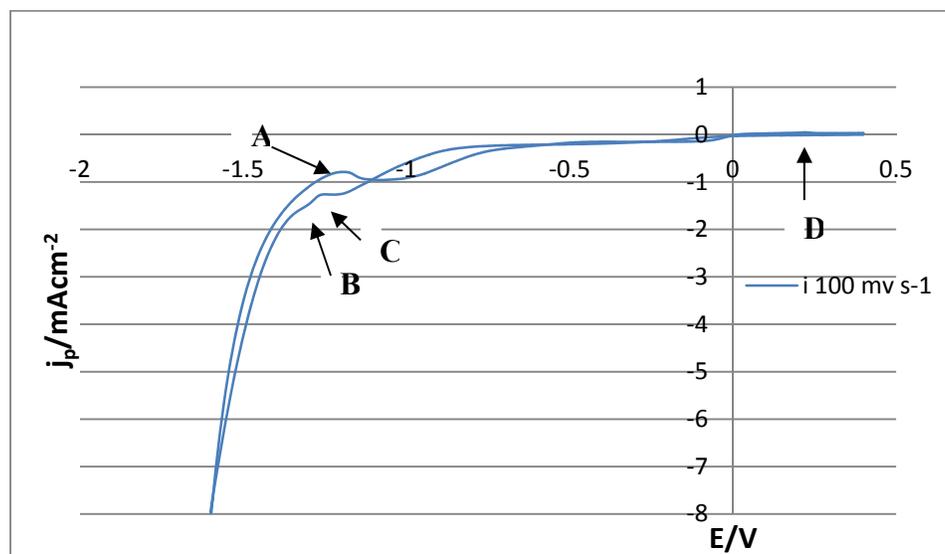


Figura 3. Voltamperograma cíclico típico obtenido a partir del sistema Au/Aspirina 0.001M + 0.2 M de $ZnCl_2$ a una temperatura de 30°C, con el pico A en -1.26 V, el B en -1.37 V, el C en -1.29 V y el D en 0.203 V

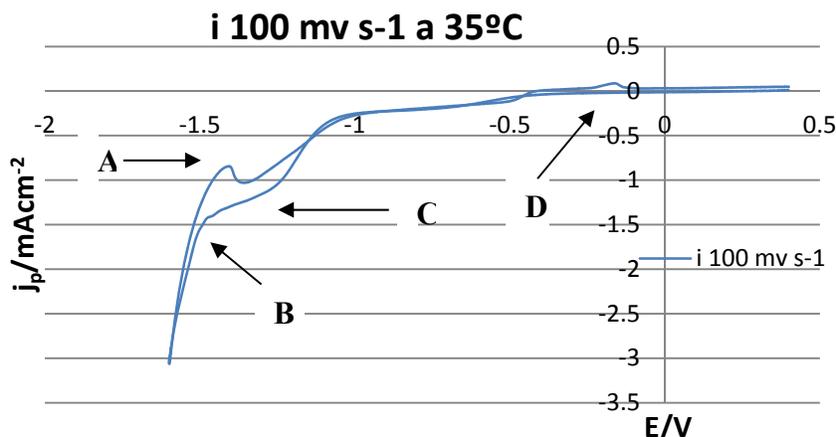


Figura 4. Voltamperograma cíclico típico obtenido a partir del sistema Au/Aspirina 0.001M + 0.2 M de ZnCl₂ a una temperatura de 35°C, con el pico A en -1.44 V, el B en -1.46 V, el C en -1.41 V y el D en -0.16 V

Con la intención de determinar el tipo de control cinético en nuestro sistema, se graficó la corriente de pico catódica contra la velocidad de barrido a la 1/2, de acuerdo a la ecuación de Randles–Sevcik (Ec. 2) [14]:

$$i_p = 2.69 \times 10^5 n^{3/2} A C_0 D^{1/2} v^{1/2} \dots (2)$$

En la figura 5 se muestra una gráfica a una temperatura de 25°C, donde se puede observar un comportamiento lineal de la corriente de pico catódica con respecto a la velocidad de barrido, lo que indica que se trata de un proceso controlado por difusión [14]. Un comportamiento similar al reportado en la Figura 5 se puede observar en las figuras 6 (30°C) y 7 (35°C). A partir del valor de las pendientes de las líneas mostradas en las siguientes figuras, se obtuvieron los coeficientes de difusión para todos los picos catódicos.

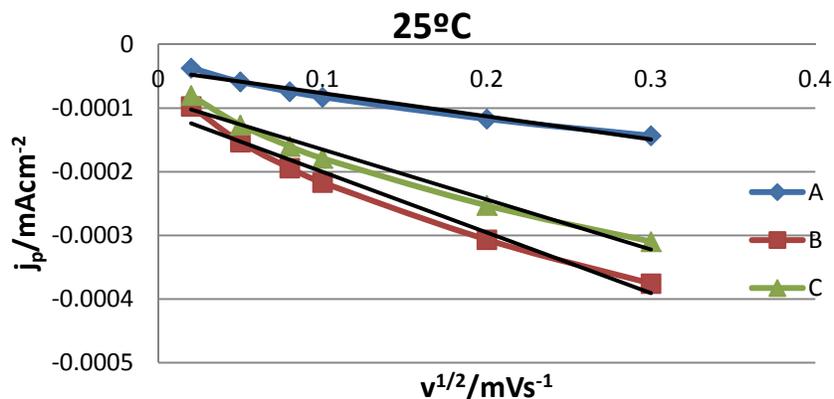


Figura 5. El coeficiente de difusión para el pico A es de 5.10×10^{-14} , para el B de 6.90×10^{-14} y para el C de 4.42×10^{-14} cm s⁻¹

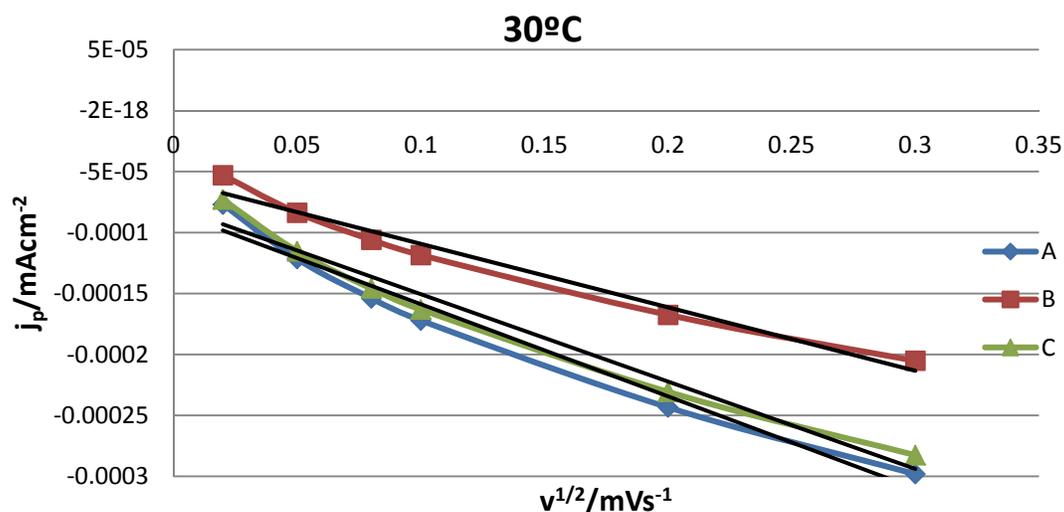


Figura 6. El coeficiente de distribución para el pico A es de 4.42×10^{-14} , para el B de 5.73×10^{-14} y para el C de 3.38×10^{-14} $cm \ s^{-1}$

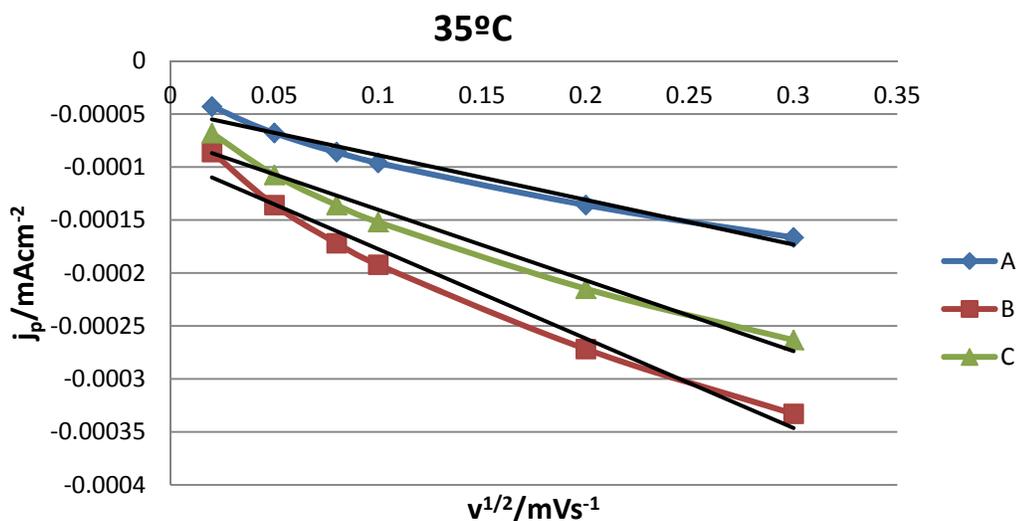


Figura 7. El coeficiente de distribución para el pico A es de 1.11×10^{-14} , para el B de 4.42×10^{-14} y para el C de 3.36×10^{-14} $cm \ s^{-1}$

CONCLUSIONES

El proceso de electrodeposición de aspirina se lleva a cabo en el rango de potencial [-1.16 - -1.46] V. Mediante el trazado de Randles-Sevcik se pudo determinar que la electrodeposición de la aspirina bajo nuestras condiciones experimentales se encuentra controlada por difusión. Se pudo observar que al aumentar la temperatura del sistema, el coeficiente de difusión disminuye.

BIBLIOGRAFÍA

1. J. R. Vane, R. M. Botting, "Aspirin and other salicylates", Chapman & Hall, London, 1992.
2. E. H. Awtry, J. Loscalzo, "Circulation", Vol. 101, 2000, pp.1206.
3. S. Majdi, A. Jabbari, H. Heli, "J. Solid State Electrochem", Vol. 11, 2007, pp. 601.
4. Ruiz Medina, L. Fernández de Córdoba, A. Molina Díaz, "J. Anal. Chem.", Vol. 365, 1999, pp. 619.
5. J. L. Vilchez, R. Blanc, R. Avidad, A. Navalon, "J.Pharm. Biomed. Anal.", Vol. 13, 1995, pp. 1119.
6. N. Erk, Y. Ozkan; E. Banoglu, S. A. Ozkan, Z. Senturk, "J.Pharm. Biomed. Anal." Vol. 24, 2001, pp. 469.
7. M. Nogowska, I. Muszalska, M. Zajac, "Chem. Anal.", Vol. 44, 1999, pp.1041.
8. M. D. Rockville, "United States Pharmacopeial XXII." US Pharmacopeial Convention, 1990, pp. 113.
9. D. J. Speed, S. J. Dickson, E. R. Cairns, N. D. Kim, "J. Anal. Toxicol.", Vol. 25, 2001, pp.198.
10. G. O. Junior Neto, J. R. Fernández, L. T. Kubata, "Talanta", Vol. 51, 2000, pp.547.
11. M. J. Logman, E. A. Budygin, R. R. Gainetdinov, R. M. Wightman, "J. Neurosci. Method.", Vol 95, 2000, pp. 95.
12. M. H. Holzle, U. Retter, D. M. Kolb, "J. Electroanal. Chem.", Vol. 371, 2006, pp. 101.
13. A. J. Bard and L. R. Faulkner, "Electrochemical methods. Fundamentals and applications", Wiley. ISBN0-471-05542-5.
14. P. Delahay, T. Berzins, "Theory of irreversible polarographic waves-case of two consecutive electrochemical reactions", Vol. 75, 1953, pp. 1193.