

## ESTUDIO VOLTAMPEROMÉTRICO SOBRE LA ELECTRODEPOSITACIÓN DE ASPIRINA SOBRE UN ELECTRODO DE ACERO INOXIDABLE 304

J. A. Corona Castro, L. H. Mendoza–Huizar

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

### RESUMEN

En el presente trabajo, se realizó un estudio voltamperométrico a partir del sistema SSE304/Aspirina 0.001M + 0.2M KCl para identificar la ventana de potencial, en la cual la aspirina puede ser electrodepositada. Los resultados indican que el proceso de electrodeposición se encuentra controlado por difusión y la película de aspirina formada sigue un mecanismo de nucleación y crecimiento de tipo progresiva.

**Palabras Clave:** Aspirina, electrodeposición, SSE304, progresivo, difusión.

### ABSTRACT

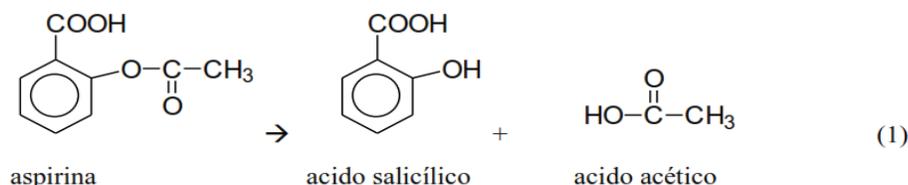
In the present work, we have carried out a voltamperometric study from SSE304/Aspirin 0.001M + 0.2M KCl system, in order to identify the range potential where it is possible to electrodeposit aspirin. The results obtained suggest that aspirin electrodeposition is diffusional controlled while the nucleation and growth process of aspirin film follows a progressive nucleation and growth mechanism.

**Keywords:** Aspirin, electrodeposition, SSE304, progressive, diffusion.

### 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 viable 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 metabolitos 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 oxido-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.

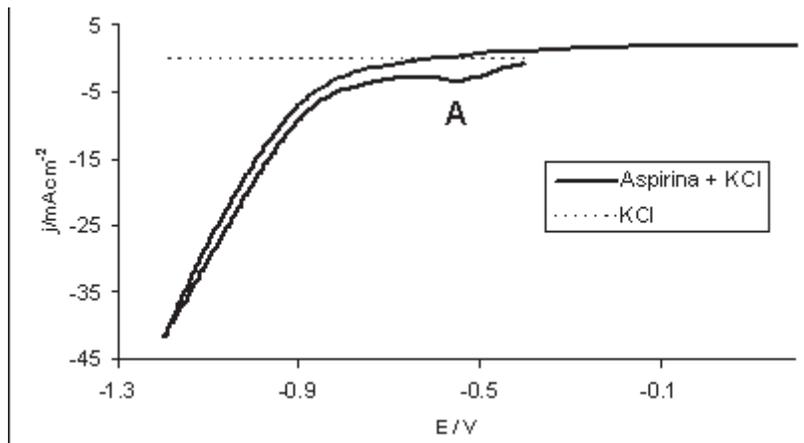
## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó un estudio voltamperométrico a partir de una solución conteniendo Aspirina 0.001M y 0.2M de KCl como electrolito soporte, sobre un electrodo de acero inoxidable 304, 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 a diferentes velocidades de barrido ubicados en el rango de potencial de 20 – 300 mvs<sup>-1</sup> para determinar si el proceso está controlado por la difusión.

El control de los experimentos se realizó a través del software Épsilon EC-USB y un potenciostato-galvanostato marca EPSILON.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra un voltamperograma cíclico típico a partir del sistema Acero Inoxidable/Aspirina 0.001M + 0.2 M de KCl comparado con el sistema Acero Inoxidable/KCl, ambos con una velocidad de barrido de  $100 \text{ mV s}^{-1}$ . Durante el barrido directo en la dirección catódica se observa la formación de un pico de reducción A en  $-0.640 \text{ V}$  correspondiente a la aspirina, esto lo podemos constatar ya que en el barrido directo del electrolito soporte, KCl, no se observa la formación de ningún pico. Para el barrido inverso no se nota la formación de señales electroquímicas para ninguna de las dos especies. Con la ayuda de estos experimentos se constato que la aspirina se reduce en una ventana de potencial de  $-0.6 - -1.2 \text{ V}$ .

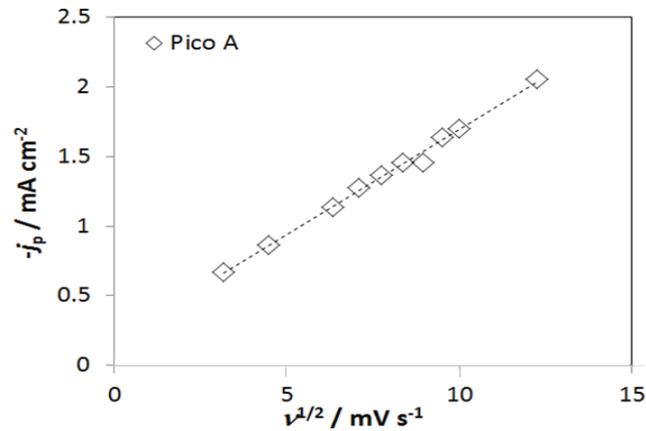


**Figura 2.** Voltamperograma cíclico típico obtenido a partir del sistema Acero Inoxidable / Aspirina 0.001M + 0.2 M de KCl en comparación con el sistema Acero Inoxidable / KCl, ambos a una velocidad de barrido de  $100 \text{ mV s}^{-1}$ .

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 Berzins-Delahay. [14]

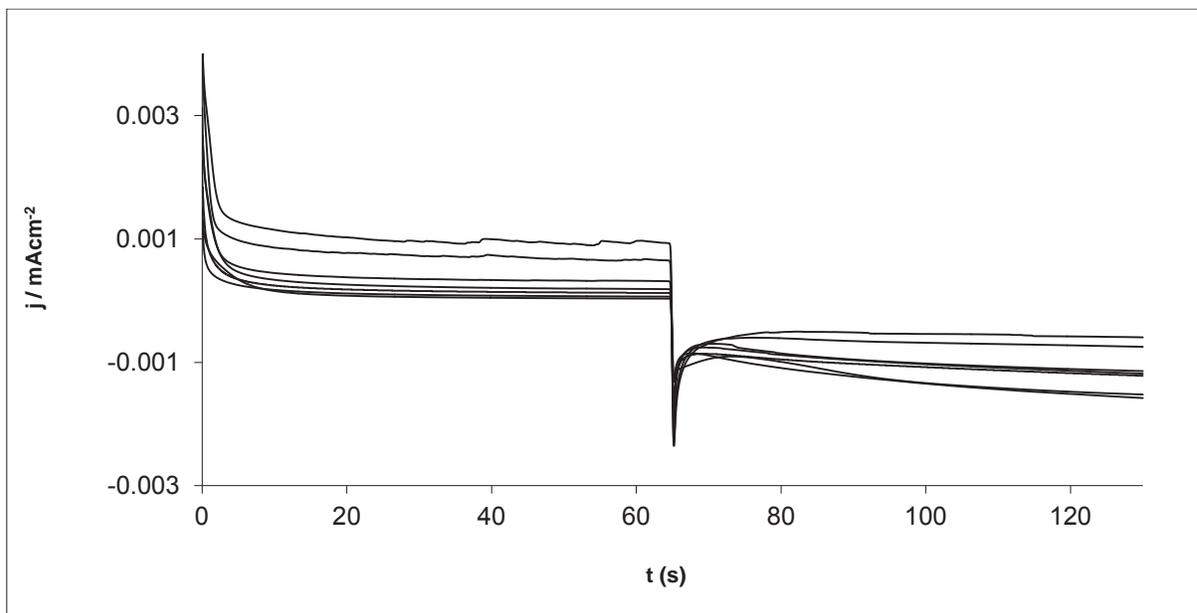
$$j_p = i_p/A = 367 n^{3/2} C_0 D^{1/2} v^{1/2} \quad (1)$$

En todos los casos se obtuvo el comportamiento lineal observado en la figura 3, lo que indica un proceso controlado por difusión.



**Figura 3.** Trazado de la corriente de pico vs  $v^{1/2}$  de acuerdo a la ecuación de Berzins-Delahay.

La figura 4 muestra una serie de transitorios obtenidos en el rango de potencial de -620 a -1000 mV. Todos los pulsos se realizaron a 65 segundos e iniciaron en -400 mV.

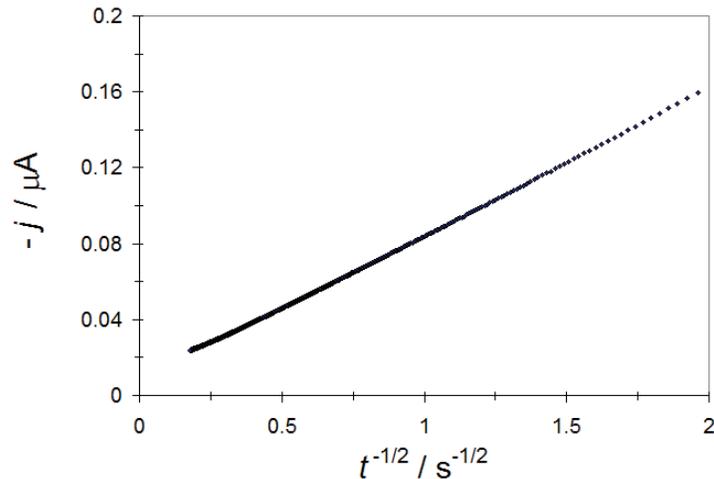


**Figura 4.** Transitorios obtenidos mediante el trazado de pico de corriente vs tiempo en un rango de potencial de -620 a -1000 mV.

La corriente que cae en los transitorios mostradas en la Figura 4, se analizó utilizando la ecuación de Cottrell [13].

$$I(t) = nFAC_0 \frac{D_0^{1/2}}{\pi^{1/2} t^{1/2}} \quad (2)$$

En todos los casos se obtuvo el comportamiento lineal mostrado en la Figura 5. Esto sugiere que el proceso de reducción se encuentra controlado por difusión.



**Figura 5.** Trazado de la corriente de pico vs  $t^{-1/2} / s^{-1/2}$  de acuerdo a la ecuación de Cottrell.

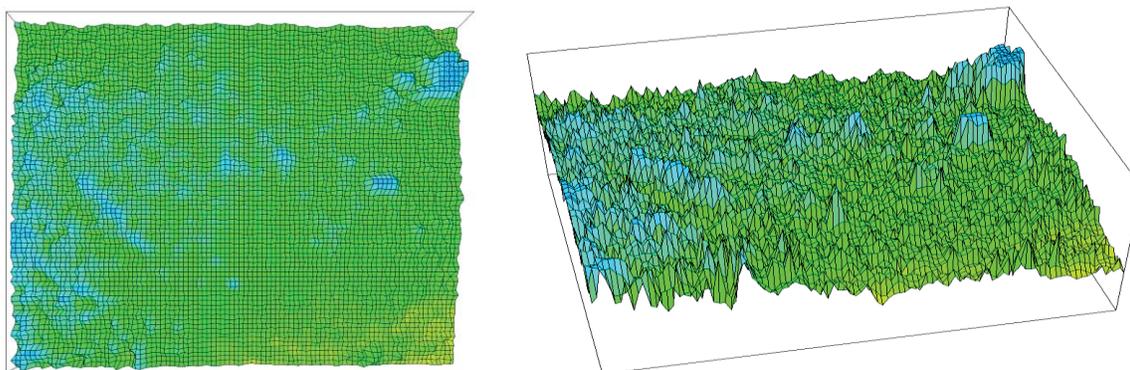
La morfología de los depósitos obtenidos se analizó mediante microscopía óptica y análisis 3D. En la figura 6, se muestra un depósito obtenido a un potencial de -1000 mV.



**Figura 6.** Análisis morfológico de un depósito obtenido a un potencial de -1000 mV.

En la Figura 7, se muestra el análisis 3D de la microscopía óptica mostrada en la Figura 6. Note la presencia de un depósito tridimensional de aspirina, el depósito de aspirina se comprobó por medio

de los voltamperogramas indicados en la Figura 2, además de que el depósito ocurrió de manera progresiva.



**Figura 7.** Análisis morfológico 3D de un depósito obtenido a un potencial de -1000 mV.

#### 4. CONCLUSIONES

El proceso de reducción de la aspirina se lleva a cabo en la ventana de potencial de [0.6 - -1.2] V. El proceso se encuentra controlado por difusión. El análisis morfológico por microscopía óptica indica la presencia de aspirina electrodepositada sobre acero inoxidable.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. VANE, J. R., BOTTING, R. M. *Aspirin and other salicylates*, Chapman & Hall, London, 1992.
2. AWTRY, E. H., LOSCALZO, J. *Circulation*, Vol. 101, 2000, pp.1206
3. MAJDI, S., JABBARI, A., HELI, H. *J. Solid State Electrochem*, Vol. 11, 2007, pp. 601.
4. RUIZ MEDINA, FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, L., MOLINA DÍAZ, A. *J. Anal. Chem.*, Vol. 365, 1999, pp. 619.
5. VILCHEZ, J. L., BLANC, R., AVIDAD, R., NAVALON, A. *J.Pharm. Biomed. Anal.*, Vol. 13, 1995, pp. 1119.
6. ERK, N., OZKAN, Y., BANOGLU, E., OZKAN, S., SENTURK, Z. *J.Pharm. Biomed. Anal.* Vol. 24, 2001, pp. 469.
7. NOGOWSKA, M., MUSZALSKA, I., ZAJAC, M. *Chem. Anal.*, Vol. 44, 1999, pp.1041.
8. ROCKVILLE, M. *United States Pharmacopeial XXII*. US Pharmacopeial Convention, 1990, pp. 113.

9. SPEED, D., DICKSON, S., CAIRNS, R., KIM, M. *J. Anal. Toxicol.*, Vol. 25, 2001, pp.198.
10. JUNIOR NETO, G., FERNÁNDEZ, J., KUBATA, L. *Talanta*, Vol. 51, 2000, pp.547.
11. LOGMAN, M., BUDYGIN, E., GAINETDINOV, R., WIGHTMAN, R. *J. Neurosci. Method.*, Vol 95, 2000, pp. 95.
12. HOLZLE, M., RETTER, U., KOLB, D. *J. Electroanal. Chem.*” Vol. 371, 2006, pp. 101.
13. BARD, A. and FAULKNER, L. *Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications*, Wiley. ISBN0-471-05542-5.
14. DELAHAY, P., BERZINS, T. *Theory of Irreversible Polarographic Waves-Case of Two Consecutive Electrochemical Reactions*, Vol. 75, 1953, pp. 1193.