



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**"PELICULAS DE OXIDO SOBRE ACERO  
INOXIDABLE 316 (POSAI-316) COMO ELECTRODO  
INDICADOR DE pH EN MEDIO NO ACUOSO"**

**A R T I C U L O  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
Q U I M I C O  
P R E S E N T A :  
FRANCISCO GARCIA GOMEZ**

ASESOR: O.F.B. JOSE DE JESUS PEREZ SAAVEDRA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Artículo:

"Películas de Óxido sobre acero inoxidable 316 (POSAI-316)  
como electrodo indicador de pH en medio no acuoso"

que presenta el pasante: Francisco García Gómez

con número de cuenta: 7313259-6 para obtener el TITULO de:  
Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 12 de Septiembre de 1996

PRESIDENTE

Q. Elia Catalina León Arias

*Elia Catalina León Arias*

VOCAL

Q.M. Cecilia González Ibarra

*Cecilia González Ibarra*

SECRETARIO

Q.F.B. José de Jesús Pérez Saavedra

*José de Jesús Pérez Saavedra*

1er. SUPLENTE

Q. Victoria Hernández Palacios

*Victoria Hernández Palacios*

2do. SUPLENTE

Q. Ofelia Vega Vázquez

*Ofelia Vega Vázquez*

## AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A DIOS Y A LA VIDA, LA OPORTUNIDAD DE COINCIDIR EN ESTE TIEMPO Y ESPACIO, CON TODOS AQUELLOS, FAMILIARES Y AMIGOS, CON LOS QUE, POCO Y MUCHO TIEMPO, HEMOS COMPARTIDO ESTA PARTE DEL UNIVERSO.

GRACIAS, GRACIAS A TODOS.

AGRADEZCO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y A LO QUE ELLA REPRESENTA, POR SER NUESTRA ALMA MATER, FUENTE INFINITA DE OPORTUNIDADES. GRACIAS A TODOS LOS QUE DENTRO Y FUERA DE SUS INSTALACIONES, ESTAMOS ORGULLOSOS DE REPRESENTARLA. GRACIAS.

AGRADEZCO A MIS COMPAÑEROS DE LA SECCION DE QUIMICA ANALITICA, POR EL APOYO RECIBIDO A LO LARGO DE TODOS ESTOS AÑOS. UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LOS SRES. ISMAEL SAGRERO HUITAREO Y DRAUCIN JIMENEZ CELI POR SUS LABORES DE APOYO QUE HAN PERMITIDO LA REALIZACION EXITOSA DE MUCHOS DE NUESTROS TRABAJOS. GRACIAS.

## **DEDICATORIA**

**DEDICO ESTA PUBLICACION A MI  
ASESOR EL PROFESOR JOSE DE  
JESUS PEREZ SAAVEDRA, QUIEN CON  
SU EJEMPLO, SUS CONSEJOS Y  
ASESORIA, ME HAN PERMITIDO  
CONJUNTAR LOS ELEMENTOS  
NECESARIOS PARA CONCLUIR EL  
PRESENTE TRABAJO.**

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS.....	3
DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	3
RESULTADOS.....	4
CONCLUSIONES.....	4
BIBLIOGRAFIA.....	4
TABLA 1.....	5
FIGURA 1.....	6
CUADRO 1.....	7
CUADRO 2.....	8

**Películas de óxidos sobre acero inoxidable 316 (POSAI 316) como electrodo indicador de pH en medio no acuoso**

**Resumen:**

En 1991, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-Cuautitlán UNAM), se empiezan a elaborar películas de óxidos sobre acero inoxidable para utilizarse como electrodos indicadores de iones hidronio. A la fecha, las conclusiones de estos trabajos son que las POSAI 316, funcionan como electrodos selectivos de iones hidronio en un intervalo de pH de 2 a 13 en medio acuoso. También han demostrado su utilidad en la valoración de ácido fluorhídrico, solo y en presencia de Magnesio o Litio y en la valoración por óxido reducción de Fe (II) y Fe (III) en medio ácido. En este trabajo se determinó el comportamiento de las POSAI 316 como electrodo indicador de pH en medio no acuoso ( ácido Acético glacial), durante la valoración de clorhidrato de L-Arginina. Asimismo, se evaluó la posibilidad de sustituir el electrodo indicador de pH convencional, por un POSAI 316.

De los resultados obtenidos, se concluye que en las valoraciones efectuadas en medio no acuoso, el comportamiento del electrodo basado en POSAI-316 es similar al del electrodo convencional de vidrio y puede sustituirlo satisfactoriamente en el sistema estudiado.

**Abstract:**

During 1991 at the Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan of the Universidad Nacional Autonoma de México (FES-Cuautitlán UNAM), we began to develop oxide films over stainless steel plates in order to be used as hidronium ions indicators. The results at the moment are that these electrodes work as indicators among 2 and 13 pH units (in aqueous media). Using these electrodes it is posible to make a succesful titration of Fluorhydric acid, pure and in presence of Magnesium or Lithium. Similar results has been achieved with Fe (II) and Fe (III) redox titrations. In this work, functionality of POSAI-316 in a serie of titrations of different quantities of L-Arginine, in a non-aqueous media (glacial Acetic acid) was evaluated, as well as the factibility of using this oxide films instead of traditional ones for pH measurements.

According to results it was concluded that oxide films on POSAI-316 have an excellent performance in non-aqueous media titrations of L-Arginine in differents quantities, and it can be used instead of traditional pH electrode indicator.

## Películas de óxidos sobre acero inoxidable 316 (POSAI 316) como electrodo indicador de pH en medio no acuoso.

### I. Introducción

Estas innovaciones generalmente se desarrollan en los centros de investigación de los países de gran fortaleza económica, a través de corporaciones multinacionales o bien en las universidades estatales con apoyos importantes en el área de investigación y desarrollo. El trabajo que a continuación se presenta es una innovación tecnológica que busca sustituir sistemas convencionales de medición de pH de alto costo, por sistemas no convencionales de bajo costo y mayor versatilidad en sus aplicaciones.

### II. Antecedentes

A partir de 1991 en la FES-Cuautitlán UNAM, se empiezan a elaborar películas de óxidos sobre acero inoxidable para utilizarse como electrodos indicadores de iones hidronio. Las películas que se forman espontáneamente por la oxidación del los aceros inoxidables se aproximan a mezclas de los óxidos  $Fe_3O_4$  y  $Fe_2O_3$ <sup>(7)</sup>. Las conclusiones, a la fecha, de estos trabajos son que los POSAI 316, funcionan como electrodos selectivos de iones hidronio en un intervalo de pH de 2 a 13 en medio acuoso. También han demostrado su utilidad en la valoración de ácido Fluorhídrico, solo y en presencia de Magnesio o Litio y en la valoración por oxido reducción de Fe (II) y Fe (III) en medio ácido y para sistemas ácido-base en los que comúnmente se utilice el electrodo de vidrio (ácidos acético, fosfórico, sulfúrico, cítrico, etc.). El principio del funcionamiento de electrodos basados en POSAI como electrodos indicadores de iones hidronio, tiene su fundamento en el par electroquímico óxidos/metal, que de acuerdo con trabajos experimentales desarrollados anteriormente<sup>(2,3,4)</sup>, sigue un comportamiento dado por la expresión:

$$E (\text{Potencial}) = E^{\circ} (\text{Potencial normal estándar}) + 0.059 \text{ pH a } 25^{\circ}\text{C}$$

En el presente trabajo se discuten los resultados utilizando este tipo de electrodo en la valoración de clorhidrato de L-Arginina en ácido Acético glacial con ácido Perciórico como valorante.

### III. Objetivos

- Determinar el comportamiento de las POSAI 316 como electrodo indicador de iones hidronio en medio no acuoso ( ácido Acético glacial), durante la valoración de clorhidrato de L-Arginina.
- Evaluar si es posible sustituir el electrodo indicador de pH convencional, por un POSAI 316 en la determinación de clorhidrato de L-Arginina en el medio antes mencionado.

### IV. Desarrollo Experimental

Los reactivos utilizados fueron grado analítico. Se usaron electrodos de vidrio, de referencia de calomel y un potenciómetro modelo 7 marca Corning. Para la elaboración del electrodo se usa una placa de acero inoxidable limpia pulida y de forma rectangular de 7 cm de largo, 3 cm de ancho y 0.5 cm de espesor, la cual se coloca dentro de una disolución de  $CrO_3$  , 2.5 M en  $H_2SO_4$  , 5 M .La placa se sumerge hasta cubrir aproximadamente 5 cm de su longitud (70 °C, 17 min); al término del tiempo de agitación se enjuaga y se utiliza como un electrodo indicador de pH para la valoración de clorhidrato de L-Arginina en diferentes muestras ( 25, 50, 100, 150 y 200 mg), siguiendo el método analítico indicado en The United States Pharmacopea, USA 1985.

El esquema del equipo experimental utilizado se presenta en la Figura 1. Este montaje permite obtener lecturas simultáneas de potencial, tanto con el electrodo de vidrio, como con el POSAI-316, para un mismo volumen de valorante agregado.

Los datos obtenidos se procesaron matemáticamente usando un programa de hoja electrónica. Con dicho programa se obtuvieron las gráficas correspondientes de potencial

(mV) contra el volumen agregado de valorante. Así mismo, se procesó la información para obtener los datos y las gráficas correspondientes a la primera derivada del potencial contra el volumen ajustado, lo cual permitió determinar analíticamente el volumen del punto de equivalencia para cada valoración.

#### **V. Resultados**

En la Tabla 1 se presentan los valores de volumen y potencial obtenidos con el electrodo tradicional de pH y el POSAI-316 para las muestras de L-Arginina de 25, 50, 100 y 150 mg y 200 mg. Se incluyen también los valores del punto de equivalencia obtenidos con el método de la primera derivada del potencial con respecto al volumen empleado.

En el Cuadro 1 se presentan las gráficas de potencial vs volumen de valorante correspondientes a las valoraciones de las muestras de 50, 100 y 150 mg L-Arginina. En el Cuadro 2 se presentan las gráficas de la primera derivada del potencial con respecto al volumen vs el volumen ajustado del valorante agregado, para las muestras de L-Arginina mencionadas anteriormente.

#### **VI. Conclusiones**

De acuerdo con los valores y las gráficas obtenidas, se observa que en las valoraciones en medio no acuoso efectuadas, el comportamiento del electrodo basado en POSAI-316 es similar al del electrodo convencional de vidrio.

Por lo tanto, se concluye que el electrodo basado en POSAI-316 puede sustituir satisfactoriamente al electrodo tradicional de vidrio, ya que los volúmenes de punto de equivalencia (Tabla 1) obtenidos por el método de la primera derivada, son iguales numéricamente, independientemente del tipo de electrodo que se haya utilizado.

Por lo anterior, el presente trabajo abre la posibilidad de ampliar el uso de las aplicaciones de los electrodos basados en POSAI-316, al campo de las valoraciones ácido base en medio no acuoso.

#### **VII. Bibliografía**

1. Nomura K. And Ujihira Y. *Anal. Chem.* 1988, 60, 2564-2567
2. Carrasco Suárez, Miguel Angel. Tesis de licenciatura I. Q. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, 1991.
3. Maldonado Martínez, Adrián. Tesis de licenciatura I.Q. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, 1992.
4. Reyes Colín, Miguel Angel. Tesis de licenciatura I.Q. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, 1994
5. Reyes Colín, Miguel Ángel, Pérez Saavedra, José de Jesús. Séptimas Jornadas de Análisis Instrumental. Comunicación Oral O-ADV-04 págs 78-80, Libro de resúmenes. Madrid, España, 1995
6. Sámano Osuna, Rosaiba Eurícide. Tesis de licenciatura I.Q. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, 1992.
7. West, John M. De. Limusa, México, 1990.



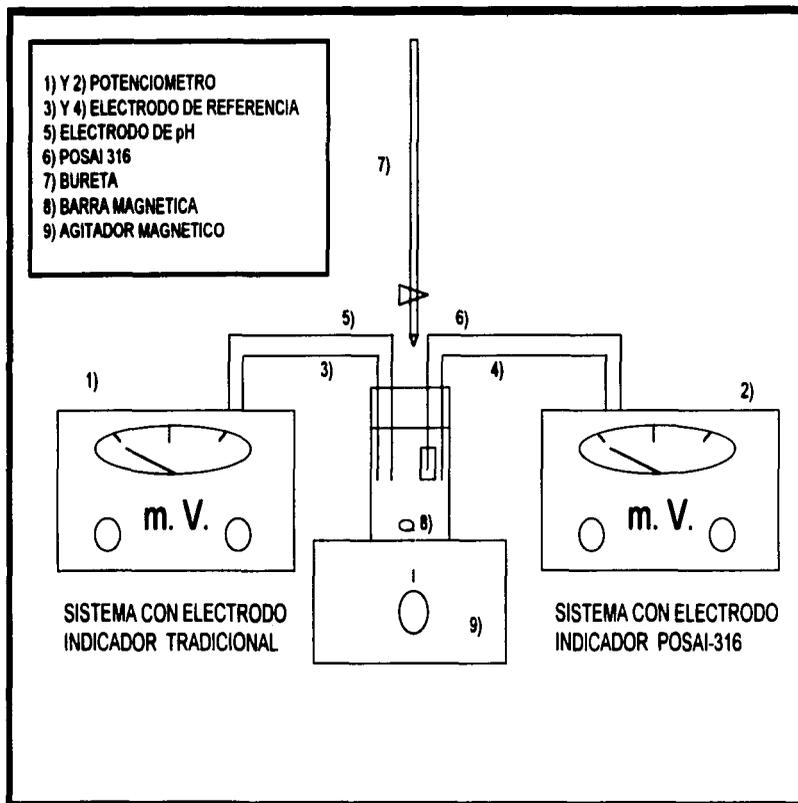
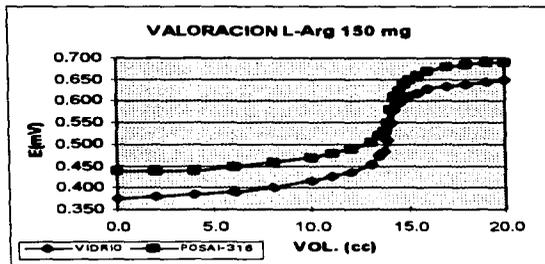
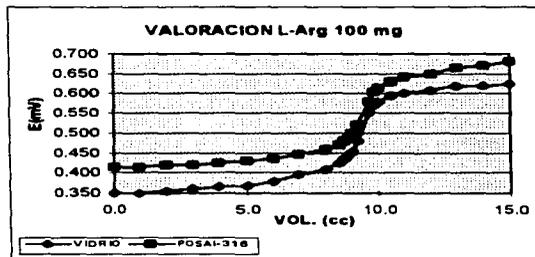
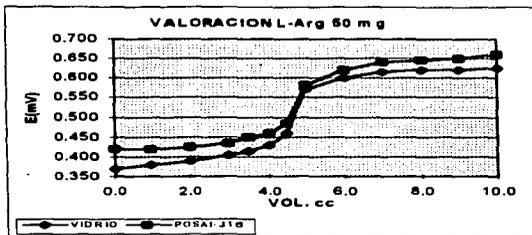
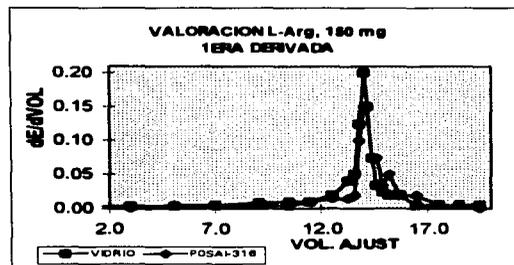
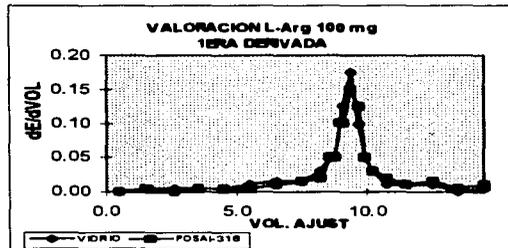
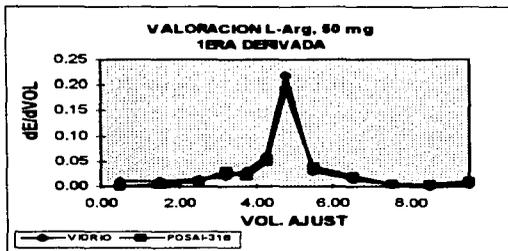


FIGURA 1.- Esquema del dispositivo experimental utilizado.



**CUADRO 1.-** Potencial ( mV) vs cc de valorante (Acido Perciórico), para diferentes muestras de L-Arginina, utilizando un electrodo de medición tradicional de pH y otro basado en POSAI-316.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTEC



CUADRO 2.- Derivada del Potencial ( mV ) con respecto al volumen agregado vs cc del volumen ajustado del valorante (Acido Perclórico), para diferentes muestras de L- Arginina, utilizando un electrodo de medición tradicional de pH y otro basado en POSAI-316.