

PROYECTO SEMILLA PIS-16-06

"Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica"

En la ciudad de Quito D.M., a los catorce días del mes de julio del año dos mil veinte y dos, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Semilla **PIS-16-06 "Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica"**, por una parte la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el M.Sc. William Estuardo Villacís Oñate en calidad de **Director del Proyecto Semilla**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 9 de mayo de 2016, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución Nro. 036/16, se aprueba el cronograma para la convocatoria de proyectos de investigación 2016.
- b) Una vez realizado el proceso de evaluación de los proyectos de investigación de la convocatoria 2016, en sesión ordinaria del 9 de febrero de 2017 y al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución Nro. 0012/17, se resuelve aprobar el informe final de evaluación de los proyectos de investigación de la convocatoria 2016 con su respectivo presupuesto, entre ellos el denominado: **"Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica"** presentado por el M.Sc. William Villacís.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0447-M del 6 de marzo de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, notifica al M.Sc. William Villacís la aprobación del proyecto PIS-16-06 "Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica".
- d) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0744-M del 10 de abril de 2017, el Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación notifica a los directores de los proyectos semilla 2016 que el inicio del proyecto es el 17 de abril de 2017.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código del proyecto	PIS-16-06
Título del proyecto	Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica
Director	-VILLACIS OÑATE WILLIAM ESTUARDO
Colaborador	-MUÑOZ BISESTI FLORINELLA -VARGAS JENTZSCH PAUL ERNESTO -ESPINOZA MONTERO PATRICIO JAVIER
Unidad ejecutora	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES
Departamento	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES
Líneas de investigación	-PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA
Objetivo	Estudiar la degradación del Glifosato, mediante irradiación con electrones acelerados y por oxidación avanzada electroquímica
Duración del proyecto	-Fecha de Inicio: 2017-04-17 -Fecha de Fin Planeada:2018-10-17 -Fecha de Fin Real:2018-10-17 -Duración total:18 meses
Presupuesto aprobado	\$ 16.853,53 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 9.253,40 USD
Presentación informe final	20 de enero de 2021

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIS-16-06-2021-0001-M del 20 de enero de 2021, se presenta el Informe Final del proyecto PIS-16-06, que es revisado por la Dirección de Investigación y se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones, recomendaciones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- a) En el proceso de electro-oxidación, la caracterización morfológica y elemental del fotoánodo (TiO_2 /DDB) mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de energía dispersiva (EDS) evidenció la formación de nanopartículas de TiO_2 entre los intersticios de los cristales de diamante dopados con boro (DDB), cuyo tamaño promedio oscila entre $14,79 \pm 3,43$ nm. Además, el patrón de difracción de rayos X del fotoánodo de TiO_2 /DDB evidenció la formación de TiO_2 en fase anatasa y se utilizó 400 mL de una solución de glifosato 50 mg L^{-1} más sulfato de sodio $0,05\text{M}$.
- b) Las soluciones utilizadas en el proceso de irradiación con radiación gamma presentaron concentraciones de glifosato de 50 mg L^{-1} y un valor de COT de 10 mg L^{-1} .
- c) Mediante irradiación gamma de la solución de glifosato (concentración inicial de $0,3 \text{ mM}$) en ausencia de peróxido de hidrógeno se alcanzaron degradaciones de $11,75$ y $78,73$ %, con dosis de $0,5$ y $5,0 \text{ kGy}$, respectivamente. Mayor degradación de glifosato fue alcanzada a mayores dosis de irradiación.
- d) El tratamiento con irradiación gamma logró una degradación de glifosato de $11,75\%$ con una dosis de irradiación de $0,5 \text{ kGy}$ y una remoción de carbono orgánico total (COT) del $11,51$ %.
- e) La degradación de glifosato con irradiación gamma, mejoró con la adición de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y con una concentración inicial de 90 mM se logró una degradación del $94,57$ % y una remoción de COT del $52,39$ %.
- f) Respecto a la mineralización, el AMPA, nitratos y fosfatos fueron identificados como productos de degradación. Para soluciones de glifosato con una concentración inicial de $0,3 \text{ mM}$; tratadas con una dosis de irradiación de $0,5 \text{ kGy}$ y con concentración inicial de H_2O_2 de 90 mM , se alcanzaron concentraciones de $2,55 \text{ mg/L}$ de N-NO_3^- y $0,88 \text{ mg/L}$ de PO_4^{3-} . La irradiación de la solución de glifosato en presencia de H_2O_2 favoreció, no solo la degradación de glifosato, sino también la de AMPA.
- g) En la Oxidación Electroquímica (OE) (Etapa 1) se varió la densidad de corriente (j) aplicando $0,3$; 3 ; 4 ; 5 ; 6 y 7 mA/cm^2 con una intensidad de corriente de $0,01$, $0,09$, $0,12$, $0,15$, $0,18$ y $0,21 \text{ A}$ respectivamente, durante 5h de tratamiento.
- h) La densidad de corriente (j) óptima en la OE es 5 mA/cm^2 para un mayor porcentaje de remoción (90%) de glifosato y mineralización de glifosato.
- i) Para la Foto-electrocatalisis (FEC) (Etapa 2 y 3) se estudió la respuesta del fotoánodo aplicando 3 y 5 mA/cm^2 con una intensidad de corriente de $0,09$ y $0,15 \text{ A}$ respectivamente, durante 5 h de tratamiento.
- j) La densidad de corriente (j) óptima para la FEC es 3 mA/cm^2 con un potencial anódico de $3,2 \text{ V}$, obtuvo un $99,5\%$ de remoción de glifosato.

- k) La degradación de glifosato es más rápida en la FEC con luz UV puesto que la constante de velocidad resultó ser 2,3 veces mayor a la obtenida por la OE.
- l) La cinética de degradación para la OE se adapta a un modelo cinético de pseudo primer orden, puesto que para la DQO se obtuvo una constante de velocidad de $k = 0,0054 \text{ min}^{-1}$, mientras que para el COT la constante de velocidad fue $k = 0,0030 \text{ min}^{-1}$ y para la FEC, los datos experimentales se ajustaron a un modelo cinético de pseudo primer orden; ya que la constante de velocidad se incrementó de $0,002 \text{ min}^{-1}$ a $0,007 \text{ min}^{-1}$ en oscuridad y con luz UV, respectivamente.
- m) No se tiene una cinética de degradación para el tratamiento de irradiación con rayos gamma, debido a que las variables utilizadas fueron dosis de radiación y concentración de H_2O_2 , y no se consideró la variable del tiempo.
- n) Los procesos de electro-oxidación con electrodos de diamante dopados con boro y la irradiación con radiación gamma son una alternativa de degradación y mineralización de aguas que contienen glifosato.

PRODUCTOS:

Artículo publicado: "Photoelectrocatalytic Degradation of Glyphosate on Titanium Dioxide Synthesized by Sol-gel/Spin-coating on Boron Doped Diamond (TiO_2/BDD) as a Photoanode"; Patricio Javier Espinoza-Montero, Lenys Fernández, Cristian P. Santacruz, William Villacis, Carola Fierro, Debut Alexis Paulina Alulema-Pullupaxi; Chemosphere (Q1); Año 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653521009589>

Presentación a la Comunidad Politécnica: "Procesos de Oxidación Avanzada (POAs) para Tratamiento de Aguas Residuales"; Patricio Espinoza; Jornadas de Ingeniería Civil y Ambiental 2018 - Escuela Politécnica Nacional; Diciembre 2018.

Poster: "Degradación de glifosato en solución acuosa mediante la aplicación de radiación gamma y peróxido de hidrógeno"; William Villacis, Paul Vargas, Catalina Vasco y Evelyn Alquinga; Sexto Congreso de Ciencia, Educación y Tecnología, Cuautitlán – México; Diciembre 2020.

Proyecto de titulación Ingeniería Química y Agroindustrial: "Degradación de glifosato en solución acuosa mediante la aplicación de radiación gamma y peróxido de hidrógeno"; Evelyn Elizabeth Alquinga Baquero; 2020. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73848>

Proyecto de titulación Ingeniería Civil y Ambiental: "Estudio de la degradación de glifosato en medio acuoso mediante fotoelectrocatalisis empleando un electrodo de diamante dopado con boromodificado con dióxido de titanio como foto ánodo"; Nancy Paulina Alulema Pullupaxi; 2020. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20855>

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Semilla PIS-16-06 fue \$ 16.853,53 USD (Diez y seis mil ochocientos cincuenta y tres con 53/100), de los cuales se ejecutó el valor de \$ 9.253,40 USD (Nueve mil doscientos cincuenta y tres, con 40/100), conforme el detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Semilla PIS-16-06 "Estudio de la degradación de glifosato mediante la irradiación con electrones acelerados y oxidación avanzada electroquímica".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los a los catorce días del mes de julio del año dos mil veinte y dos.



Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación y
Proyección Social

cc/np



M.Sc. William Villacís
Director del Proyecto
PIS-16-06

02/09/2022