



Expte N° 55.013.
SANTA FE, 11 de abril de 2011.

VISTO las presentes actuaciones relacionadas con el llamado a inscripción de aspirantes para cubrir una Pasantía No Rentada, para alumnos de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, para desarrollar tareas en la asignatura “ Procesos Físicoquímicos en Ingeniería Ambiental” y tareas de investigación en el Proyecto “Proceso Foto-Fenton Solar para la descontaminación del agua”,

ATENTO que por Resolución N° 029/11, de fecha 15 de febrero de 2011, de la Sra. Vicedecana, se designó el Tribunal de Selección para la citada Pasantía,

QUE el mencionado Tribunal sugiere el siguiente orden de mérito, que a continuación se detalla:

- Srta. Inés CURCIO
- Sr. Federico SALVADORES, y

CONSIDERANDO el despacho producido por las Comisiones de Enseñanza y Ciencia y Técnica, Extensión y Transferencia,

EL CONSEJO DIRECTIVO
de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Resuelve:

ARTÍCULO 1°.- Designar a la señorita Inés CURCIO (D.N.I. N° 33.548.061), como pasante no rentada, a partir de la fecha y por el término de un (1) año, para desarrollar tareas en la asignatura “Procesos Físicoquímicos en Ingeniería Ambiental” y tareas de investigación en el Proyecto “Proceso Foto-Fenton Solar para la descontaminación del agua”, bajo la dirección del Dr. Orlando ALFANO, según el plan de trabajo que como anexo forma parte de la presente.

ARTÍCULO 2°.- Inscribáse, comuníquese, dése a publicidad. Tome nota Secretaría Académica, Secretaría de Coordinación, Secretaría de Ciencia y Técnica, Departamento Medio Ambiente y Departamento Personal. Notifíquese a la interesada. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN C D N° 081/11.
e.f.

Universidad Nacional del Litoral	Ciudad Universitaria
Facultad de Ingeniería y	C.C. 217
Ciencias Hídricas	Ruta Nacional N° 168 – Km. 472,4
	(3000) Santa Fe
Secretaría de Consejo Directivo	Tel: (54) (0342) 4575 234
	Fax: (54) (0342) 4575 224
	E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS HIDRICAS
Carrera: Ingeniería Ambiental

PASANTIA

Director: Dr. Orlando M. Alfano - Profesor de la UNL INTEC/FICH.

Título: "ESTUDIO DEL PROCESO FOTO-FENTON PARA LA DEGRADACIÓN DEL HERBICIDA ATRAZINA".

1. OBJETIVOS

1.1. General:

Estudiar experimentalmente el Proceso foto-Fenton para la degradación de un agroquímico no-biodegradable, como es la Atrazina.

1.2. Específicos:

- Estudiar el efecto de la variación de la concentración de los reactivos empleados en el proceso de oxidación de la Atrazina.
- Determinar las condiciones óptimas de trabajo para la degradación del herbicida.
- Obtener expresiones que caractericen la velocidad de degradación del contaminante.

2. ANTECEDENTES

Los problemas de contaminación de aguas superficiales y subterráneas con compuestos orgánicos, se originan principalmente por la descarga de efluentes industriales en cursos naturales de aguas y por el uso de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fertilizantes, etc.), que finalmente se incorporan al medio acuático por lavado del terreno y vertido en cursos de agua o por filtración en el terreno e incorporación del contaminante en aguas subterráneas.

Los métodos convencionales para el tratamiento de la contaminación del agua se basan en la utilización de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos. Si bien los procesos biológicos son económicamente muy convenientes para la resolución de muchos de los problemas de contaminación, lamentablemente a veces se deben eliminar contaminantes no biodegradables (compuestos orgánicos bio-recalcitrantes) y, por lo tanto, estos procesos por sí solos no resultan de utilidad.

Universidad Nacional del Litoral	Ciudad Universitaria
Facultad de Ingeniería y	C.C. 217
Ciencias Hídricas	Ruta Nacional Nº 168 – Km. 472,4
	(3000) Santa Fe
Secretaría de Consejo Directivo	Tel: (54) (0342) 4575 234
	Fax: (54) (0342) 4575 224
	E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Uno de los progresos de mayor importancia en el tratamiento de la contaminación acuática, se basa en la generación de especies químicas oxidantes y altamente reactivas, capaces de transformar las moléculas orgánicas más complejas en compuestos más simples y biodegradables. Estos son los llamados Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs), que se caracterizan por la generación de radicales hidroxilos altamente reactivos, capaces de degradar una amplia variedad de compuestos orgánicos, aun los más complejos desde el punto de vista de su estructura química. A su vez, algunos de estos procesos presentan la extraordinaria ventaja de aprovechar la radiación solar, principalmente la región UV y una porción del espectro visible, para activar las reacciones de descontaminación. Esta característica los hace también muy atractivos desde el punto de vista económico.

La reacción de Fenton es conocida desde mediados del siglo XIX por su capacidad para degradar compuestos orgánicos tóxicos disueltos en agua. El reactivo consiste en una solución de agua oxigenada y sales ferrosas, lo que genera "in situ" radicales hidroxilos altamente reactivos que destruyen los compuestos tóxicos. Pero se sabe que la eficiencia de esta reacción es bastante baja. Un proceso mucho más eficiente se basa en el empleo de radiación ultravioleta solar o artificial, sales de hierro y peróxido de hidrógeno; esta es la denominada reacción de foto-Fenton o de Fenton fotoasistida [Pignatello, 1992]. Entre las ventajas más interesantes que presenta este proceso frente a otros PAOs, se destaca la posibilidad de lograr un mayor aprovechamiento de la energía solar. El medio reaccionante no solo absorbe radiación solar UV, que representa solo entre un 4 y un 5% de la radiación solar total, sino que la absorción se extiende parcialmente en el espectro visible, lo que permite incrementar en forma apreciable el porcentaje anterior [Bolton y colab., 1996].

Se sabe que los agroquímicos, en su gran mayoría, están formados por moléculas orgánicas muy complejas, que son difícilmente biodegradables debido a su tamaño o a la carencia de sitios reactivos. Un tratamiento químico, por lo tanto, puede originar la ruptura de estos compuestos orgánicos recalcitrantes en fragmentos más pequeños y biodegradables. Por otra parte, por sus propiedades químicas, estos agroquímicos poseen un grado elevado de toxicidad o actividad inhibitoria para el desarrollo de los microorganismos. En resumen, un tratamiento previo con un proceso foto-Fenton es capaz de producir una degradación parcial de estas moléculas, generando especies orgánicas más pequeñas, menos tóxicas y más biodegradables, posibilitando así un posterior tratamiento biológico.

Entre los trabajos más recientes que muestran la conveniencia del empleo de los PAOs para aumentar la biodegradabilidad y reducir la toxicidad de estos compuestos contaminantes del agua, pueden citarse: (1) Aumento de la biodegradabilidad de aguas residuales que contienen 4-clorofenol por medio de foto-Fenton [Bacardit y colab., 2006]; (2) Degradación del 2,4-diclorofenol por combinación de reacción Fenton foto-asistida y tratamiento biológico [Al Momani y colab., 2006]; (3) Combinación de tratamientos biológico y foto-catalítico para la mineralización de fenol en agua [Suryaman y colab., 2006]; (4) Combinación de un sistema fotocatalítico solar - biológico para la mineralización de un contaminante industrial a escala piloto [Oller y colab., 2007]; (5) Sistema acoplado fotoquímico-biológico para el tratamiento de compuestos biorecalcitrantes en aguas residuales [Bacardit y colab., 2007]; (6) Mejora en la biodegradabilidad del clorofenol en aguas residuales mediante un proceso foto-Fenton solar [Kuo y colab.,



2009]; (7) Incremento de la degradabilidad de varios pesticidas por foto-Fenton solar [Lapertot y colab., 2006]; (8) Detoxificación y/o incremento de la biodegradabilidad de una solución de pesticidas en agua mediante fotocatalisis solar [Arques y colab., 2007]; (9) Degradación de una mezcla de 4 pesticidas por combinación de foto-Fenton y biológico [Ballesteros y colab., 2009].

En base a lo mencionado, se puede asegurar que se conoce bastante bien la factibilidad química o biológica de estos procesos en forma individual, y también los resultados de las diferentes aplicaciones ensayadas con cada proceso en forma aislada. Pero este conocimiento se basa principalmente en diseños o cambios de escala empíricos o semi-empíricos. Por el contrario, es posible afirmar que no existe un énfasis similar sobre el modelado de los diferentes fenómenos de transporte y de reacción química de estos procesos. Esta situación explica la necesidad de llevar a cabo actividades de investigación, con el fin de desarrollar y profundizar los conocimientos en este tema a partir de la ciencia de la ingeniería química y ambiental.

3. ACTIVIDADES Y METODOLOGIA

1. Participación en los ensayos experimentales de oxidación de la Atrazina en solución acuosa.
2. Determinación de la velocidad de degradación del contaminante para diferentes condiciones de operación.
3. Adopción de las condiciones de operación más convenientes para el tratamiento de efluentes que contengan Atrazina.
4. Conclusiones, redacción del informe de pasantía y divulgación de los resultados más relevantes.

4. CRONOGRAMA DE TRABAJO

TAREA	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
1. Participación en los ensayos experimentales de oxidación	■■■■■■■	■■■■■		
2. Determinación de la velocidad de degradación del contaminante		■■■■■	■■■■■	
3. Adopción de las condiciones de operación más convenientes			■■■■■	■■■■■
4. Principales conclusiones y elaboración del informe de pasantía				■■■■■■■

5. INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE, FINANCIAMIENTO Y LUGAR DE TRABAJO

Los trabajos se llevaran a cabo los laboratorios de Ingeniería de los Fotorreactores en el edificio INTEC I ubicado en el Parque Tecnológico Litoral Centro (PTLC), paraje "El Pozo". Estos laboratorios están dotados de todo el equipamiento necesario para la ejecución de la pasantía.

Universidad Nacional del Litoral Ciudad Universitaria
Facultad de Ingeniería y C.C. 217
Ciencias Hídricas Ruta Nacional N° 168 – Km. 472,4
(3000) Santa Fe
Secretaría de Consejo Directivo Tel: (54) (0342) 4575 234
Fax: (54) (0342) 4575 224
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Se cuenta además con el acceso a los servicios del Centro Científico Tecnológico (CCT): (i) Servicio de Grandes Instrumentos, (ii) Talleres de Electrónica y Mecánico, (iii) conexión a Internet, (iv) Centro de Documentación con acceso a bases de datos internacionales, y (v) Medios Audiovisuales y Gráficos. Como fuente de bibliografía se cuenta además con acceso a bases de datos digitales tal como la Biblioteca de la MINCYT.

El grupo de investigación cuenta con recursos provenientes de proyectos de la UNL, el CONICET y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). En la actualidad, los proyectos en ejecución son los siguientes:

- Proyecto: "Proceso Foto-Fenton Solar para la Descontaminación de Aguas". Director: O.M. Alfano. Programa: "Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente". Código y Organismo: CAI+D 2009 Tipo II PI 63-316, Res. "C.S." N° 461/2009, Universidad Nacional del Litoral. Período: 01/01/09 hasta 31/12/2011.
- Proyecto: "Abatimiento de la Contaminación Química y Biológica, empleando Tecnologías Avanzadas de Oxidación". Director: O.M. Alfano. Código y Organismo: PIP 2009/2011 del CONICET N° 112-200801-01375, Res. D. No 123 y 124 del 21/01/09. Período: 28/05/09 hasta 28/05/2011.

6. REFERENCIAS

- Al Momani F., N. Ben Abderrazik, C. Sans, S. Esplugas. Proceedings of the 7th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Water and Air Remediation, Ontario, June 2001, 154.
- Arques, A. Amat, A.M., García-Ripoll, A., Vicente, R. Journal of Hazardous Materials, volumen 146, n° 3, páginas 447-452, (2007).
- Bacardit, J., Hultgren, A., García-Molina, V., Esplugas, S. Journal of Advanced Oxidation Technologies, volumen 9, n° 1, páginas 27-34, (2006).
- Bacardit, J., García-Molina, V., Bayarri, B., Giménez, J., Chamarro, E., Sans, C., Esplugas, S. Water Science and Technology, volumen 55, n° 12, páginas 95-100. (2007).
- Ballesteros Martín, M.M., Sánchez Pérez, J.A., Casas López, J.L., Oller, I., Malato Rodríguez, S.. Water Research, volume 43, n° 3, páginas 653-660, (2009a)
- Ballesteros Martín, M.M., Sánchez Pérez, J.A., García Sánchez, J.L., Casas López, J.L., Malato Rodríguez, S.. Water Research, volumen 43, n° 15, páginas 3838-3848 (2009b).
- Bolton J. R., M. Ravel, S. R. Cater, A. Safarzadeh-Amiri, Solar Engineering, ASME, páginas 53-60, (1996).
- Kuo, W.S., Lin, I.T. Water Science and Technology, volume 59, issue 5, 2009, pages 973-978.



Lapertot M., C. Pulgarín, P. Fernandez, M. Maldonado, L. Perez, I. Oller, W. Gernjak, S. Malato, Water Res., 38, 1147-1154 (2006).

Oller, I., Malato, S., Sánchez-Pérez, J.A., Gernjak, W., Maldonado, M.I., Pérez-Estrada, L.A., Pulgarín, C. Catal. Today, volumen 122, páginas 150–159, (2007).

Pignatello J.J., Environ. Sci. Technol., volumen 26, n° 5, páginas 944-951, (1992).

Suryaman y colab., 2006]. Suryaman, D., Hasegawa, K., Kagaya, S. Chemosphere, volumen 65, páginas 2502–2506, (2006).

Universidad Nacional del Litoral	Ciudad Universitaria
Facultad de Ingeniería y	C.C. 217
Ciencias Hídricas	Ruta Nacional N° 168 – Km. 472,4
	(3000) Santa Fe
Secretaría de Consejo Directivo	Tel: (54) (0342) 4575 234
	Fax: (54) (0342) 4575 224
	E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar