

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



**DEGRADABILIDAD DEL COMPLEJO EDTA-Fe(III)
MEDIANTE UN TRATAMIENTO QUÍMICO-BIOLÓGICO**



**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

CLAUDIA ANDREA OVIEDO SILVA

2003

RESUMEN

El ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) es un compuesto sintético de amplio uso doméstico e industrial, con capacidad de coordinar con alta afinidad iones metálicos en solución. El objetivo de esta tesis es constituirse en un aporte en el conocimiento de la degradabilidad de este agente quelante.

La tesis consta de una introducción y de cinco artículos. El artículo I (*EDTA: The chelating agent under environmental scrutiny*), sistematiza la información existente acerca del comportamiento ambiental del quelante. Se concluye que el EDTA es una sustancia persistente en el sistema natural y que entre los principales riesgos que involucra su presencia en el ambiente están los procesos de biodisponibilidad y removilización de metales pesados.

Uno de los complejos mayoritarios del EDTA en aguas residuales y naturales es el EDTA-Fe(III). La abundancia de este complejo resalta su crucial importancia dado que, en los sistemas acuáticos naturales, ni la tasa de degradación fotoquímica ni la degradabilidad biológica representan una vía eficaz de degradación del complejo. Por ende, se ha intentado la degradación de este complejo mediante diversas tecnologías, antes de su liberación a las aguas naturales.

Esta investigación apunta justamente a este propósito, pues se estudió la degradabilidad del complejo EDTA-Fe(III) en un tratamiento químico y en un tratamiento biológico, para proponer la realización de un tratamiento combinado químico-biológico.

El tratamiento químico consistió en una reacción de oxidación avanzada inspirada en los procesos fúngicos de degradación de madera, denominada reacción de Fenton asistida

por catecol, que fue seguido por un tratamiento biológico con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

En primer lugar, se evaluó la degradabilidad del complejo mediante la reacción de Fenton asistida por catecol (*Degradation of the Fe(III)-EDTA complex by the Catechol driven Fenton reaction*, Artículo II). Se demostró que el complejo es degradable por medio de esta reacción, estudiándose también el efecto de las variables: concentración de catecol, Fe(III) y peróxido de hidrógeno. Se encontraron las concentraciones de las variables para obtener una óptima degradación del complejo, lográndose un 90% de degradación del complejo EDTA-Fe(III) con un concomitante 20% de remoción de carbono orgánico total (TOC). Mediante análisis CG/MS se identificaron los principales productos de reacción: ácido acético, glioxal, ácido succínico, glicina, ácido nitrilotriacético, ácido cítrico y ácido N-metil-N-(2-iminoacetil)-1,2-dioxacetil-2-aminoacético.

El complejo EDTA-Fe(III) no afectó la viabilidad de *S. cerevisiae*, pero no fue degradado por las levaduras ni como única fuente de carbono, ni en presencia de un sustrato fácilmente metabolizable.

Una vez alcanzadas las condiciones de máxima degradación por el tratamiento químico, se realizó el tratamiento combinado químico-biológico para la remoción de los subproductos del tratamiento químico del complejo (*Fe(III)-EDTA complex abatement using a catechol driven Fenton reaction*, Artículo III). El tratamiento biológico con la levadura *S. cerevisiae* aumentó la mineralización del complejo pretratado químicamente, y fue eficaz en remover el hierro soluble. El tratamiento combinado químico-biológico logró 100% de degradación de EDTA-Fe(III), 68 % de remoción de TOC y 90% de remoción de hierro soluble.

Entre las aptitudes que hicieron de *S. cerevisiae* el microorganismo de elección para la etapa posterior al tratamiento químico utilizado, está su capacidad reductora (enzimática y no enzimática) de Fe(III) a Fe(II) lo que podría potenciar la reacción de Fenton (Fe(II)/H₂O₂).

La reacción de Fenton asistida por catecol es un mecanismo no enzimático de las vías fúngicas de degradación de madera por los hongos de pudrición de la madera. El artículo IV (*Screening method for detecting iron reducing fungi*) evalúa la capacidad reductora de Fe(III) a Fe(II) de diversos hongos de pudrición de madera, usando a *S. cerevisiae* como control positivo y diseñando un ensayo en medio sólido, para detectar esta capacidad. Se logró establecer un ensayo que resultó ser rápido y sensible encontrándose que los hongos de pudrición parda *Gloeophyllum trabeum* y *Latiporeus sulphureus* exhibieron mayores capacidades reductoras de fierro que los hongos de pudrición blanca ensayados *Trametes versicolor*, *Ganoderma australe* and *Ceriporiopsis subvermispora*.

Por último, se comparó la degradación de dos compuestos persistentes, el EDTA-Fe(III) y el alcohol veratrílico mediante la reacción de Fenton asistida por catecol (*Degradation of recalcitrant compounds by catechol driven Fenton reaction*, Artículo V), encontrándose que en ambos casos la reacción de Fenton asistida por catecol es más eficiente que la reacción de Fenton (Fe/H₂O₂).

Palabras clave: degradación, EDTA-Fe(III), Fenton, catecol, levaduras, químico-biológico

ABSTRACT