



Universidad
Católica del Norte

N°11
2020

Programa de Mejoramiento
Institucional en Recursos Hídricos

BOLETÍN VIGILANCIA TECNOLÓGICA

REUTILIZACIÓN DE BIOADSORBENTE



Dirección de Innovación y
Transferencia Tecnológica

Vigilancia Tecnológica ¿Qué es?



La vigilancia tecnológica (VT) es una de las herramientas de los sistemas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i), esta herramienta de manera sistemática detecta, analiza, difunde, comunica y explota las informaciones técnicas útiles para la organización, su propósito es alertar sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la misma. (UNE 166006 EX, 2006).

A nivel mundial la VT es una herramienta muy utilizada por organizaciones independientes, privadas y/o estatales que dentro de su funcionamiento tengan integrado un sistema de gestión I+D+i y/o realicen proyectos de I+D+i.

Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos Hídricos UCN 1795

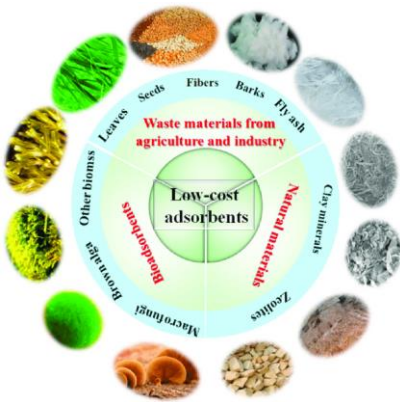
El Programa de Mejoramiento Institucional PMI en Recursos Hídricos 1795 busca dar continuidad y sustentabilidad en el tiempo a los Programas priorizados por el PMI UCN1302, consolidando competencias y capacidades en torno a un recurso estratégico, como lo es el recurso hídrico en la Región de Antofagasta.

La propuesta de trabajo se orienta a fortalecer la articulación académica y la vinculación con el medio, trabajando articuladamente con la industria y los servicios públicos, con la finalidad de fortalecer las líneas de investigación en recursos hídricos, a través del desarrollo de I+D+i y la formación de cursos de capacitación y postgrado.

Índice de Contenidos

- Introducción.....3
- Publicaciones Científicas.....5
- Patentes.....8
- Patentes en Chile.....12
- Referencias.....13

Reutilización de bioadsorbentes



El reciclaje y el reuso de bioadsorbentes para una remoción de iones metálicos desde medios acuosos puede contribuir a la viabilidad económica en el proceso de biosorción. En la gran mayoría de los estudios hechos para la remoción de metales pesados usando bioadsorbentes, se realizan estudios para verificar la capacidad de regeneración de los bioadsorbentes y calcular hasta cuantos ciclos son capaces de ser eficientes. Un factor importante para determinar la regeneración de un material, es la solución que se usará para la desorción de los metales o compuestos orgánicos. Esta solución debe ser

suficientemente eficiente para desorber los componentes sin dañar el material adsorbente para poder ser reutilizado posteriormente. Algunas de estas soluciones para desorber metales son ácidos, como el HCl, bases, como el NaOH, y agentes queladores como EDTA. El HCl es ampliamente usado en la desorción química ya que en promedio es capaz de recuperar alrededor del 90% de los iones metálicos. Sin embargo, una desventaja es que algunos investigadores han indicado que este ácido puede provocar hidrólisis de algunos grupos funcionales presentes en el bioadsorbente, lo que provoca pérdidas en la eficiencia de adsorción¹. Algunas investigaciones han demostrado que la desorción de iones metálicos usando distintas soluciones de NaOH, HNO₃, H₂SO₄, y HCl, puede llegar a ser más del 95%, llegando a lograr 5 a 6 ciclos de regeneración del material adsorbente, con una eficiencia de adsorción del 90%². En otros estudios se utilizaron microesferas compuestas de celulosa-quitosano magnética nanoporosa (NMCMs) para la adsorción de Cu(II) desde soluciones acuosas, donde se obtuvo un 95% de adsorción con una regeneración simple con HCl, permitiendo su uso hasta 5 veces³. Por otro lado, las cáscaras de nueces que también son usadas como bioadsorbente para remover metales pesados. En un estudio reciente fueron analizadas para determinar su adsorción al Cr (VI) y también su regeneración. En este estudio, se observó que el NaOH fue un regenerador efectivo para desorber Cr(VI), y se calculó su eficiencia después de cada ciclo de regeneración por medio de la siguiente ecuación (ecs. 1):

$$\text{Ecs. 1} \quad \varepsilon = \frac{q_R}{q_{\text{total}}} \times 100\%$$

Donde ε es la eficiencia de regeneración, q_R es la capacidad de adsorción en el ciclo n , y q_{total} es la capacidad total del adsorbente.

Los resultados de este estudio de adsorción de Cr(VI) con cascarras de nueces indicó que este biomaterial alcanza una eficiente regeneración hasta el segundo ciclo⁴.

Por lo tanto y en consideración con lo anteriormente descrito, los biomateriales tienen un potencial para ser reutilizados en la descontaminación de aguas con alto contenido de metales por medio de un proceso de adsorción, convirtiendolos en materiales económicos y sustentables, ya que algunos al ser residuos agrícolas tendrían un valor agregado.

Reutilización de bioadsorbentes

Se realizó un análisis de las publicaciones científicas desde 2016 a 2019, utilizando la plataforma Scopus de Elsevier. Se encontraron alrededor de 14 publicaciones científicas en este periodo (Figura 1). El interés en este tema no es bajo, pero si es relativamente nuevo lo que explica la poca cantidad en artículos publicados, destacándose que en año 2018 disminuyeron levemente estas publicaciones siendo su valor de 86 publicaciones.

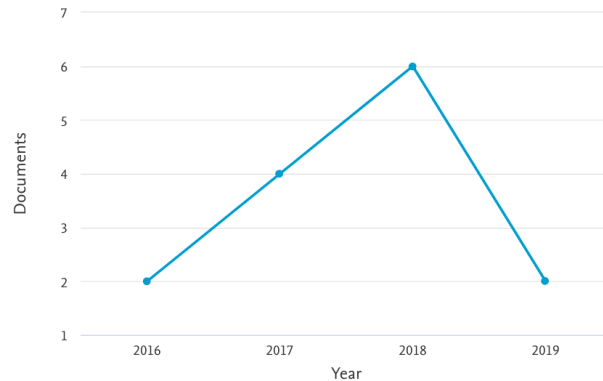


Figura 1. Número de publicaciones por año relacionadas con reutilización de bioadsorbentes

Las áreas de las ciencias ambientales presentaron la mayor cantidad de estudios, de las cuales se destacan “Environmental science” con 9 artículos en total, “Chemical engineering” con 6 artículos, “Chemistry” con 5 artículos, y “Energy” con 5 artículos, el resto se divide en otros ámbitos interdisciplinarios (Figura 2).

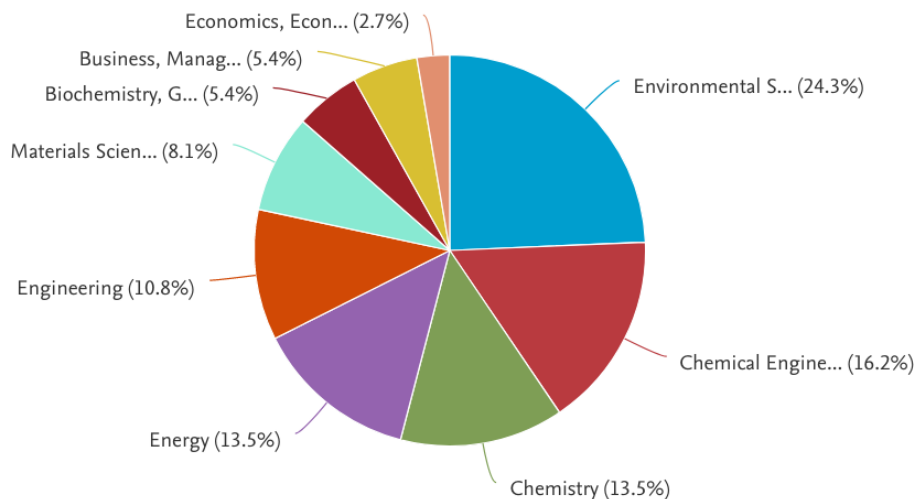


Figura 2. áreas con mayores publicaciones en temas relacionados con reutilización de bioadsorbentes.

A continuación, este boletín entrega información seleccionada de los últimos 4 años de publicaciones científicas y patentes relacionadas con reutilización de bioadsorbentes.

Adsorción de Cr(VI) con el adsorbente verde cáscaras de nueces: estudios de adsorción, estudios de regeneración, diseño de escalamiento y factibilidad económica.⁴

Las fuentes de aguas naturales son contaminadas con las actividades humanas, tales como descargas de aguas residuales municipales e industriales. En general, las aguas de residuos industriales contienen químicos tóxicos como metales pesados, tinturas, ácidos, etc. Para cuidar los cuerpos de aguas es necesario para las industrias tratar sus aguas residuales antes de eliminarlas. Los residuos agrícolas, como adsorbentes verdes, pueden ser considerados como una alternativa para minimizar los problemas que se generan por contaminación con metales pesados, particularmente en las pequeña y medianas industrias. En este estudio, las cáscaras de nueces, un residuo agrícola es usado para remover Cr(VI) como un adsorbente verde. Brunauer-Emmett-Teller (BET), microscopía electrónica de barrido (SEM), punto de carga cero (pHpzc) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), fueron usadas para caracterizar las cáscaras de nueces. Estudios en columnas fueron realizadas para diferentes condiciones operacionales y bajo flujo de influente, baja concentración de Cr(VI), y mayor profundidad de poro para obtener una mejor adsorción. El modelo de la isoterma de Langmuir se ajusta bien para el equilibrio de adsorción del Cr(VI) ($K_L = 0.6754$ L/mg, $R^2 = 0.9996$). Diferentes modelos cinéticos son aplicados a los datos experimentales para evaluar los parámetros de los modelos y su aplicabilidad. El modelo Yan et al. se ajusta bien para el rango de operación específico ($K_Y = 5903.63$ mL/(mg min), $R^2 = 0.9785$), y se aplicó para diseñar un escalamiento. Estudios de regeneración son llevados a cabo usando diferentes concentraciones de NaOH para investigar las características de reuso de las cáscaras de nueces. El diseño de escalamiento para la remoción de Cr(VI) usando cáscaras de nueces como un adsorbente económico y factible son realizados, para encontrar su aplicación en la vida real. Este estudio revela que las cáscaras de nueces son un adsorbente eficiente y de bajo costo para remover Cr(VI), y puede ser una solución para las industrias que eliminan este residuo. (Leer artículo completo [aquí](#))

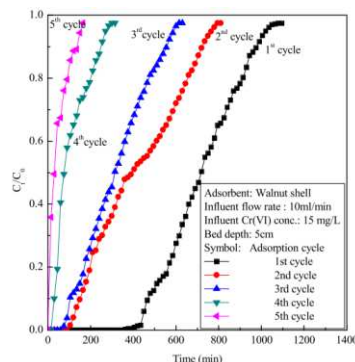


Figura 3. Ciclo de adsorción de las cáscaras de nueces para su posterior regeneración.

Adsorción de naftaleno desde soluciones acuosas usando cáscaras de nueces modificadas con ácidos grasos.⁵

La remoción de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) desde soluciones acuosas es desafiante para los tecnólogos medioambientales. Los residuos agrícolas son aparentemente los materiales más atractivos para remover PAHs debido a su abundancia, regeneración y ventaja económica. La adsorción de PAHs, como el naftaleno, en cáscaras de nueces (WNS) y su versión modificada con ácidos grasos (tales como ácido capríco, laurico, palmítico, y oleico) fueron modificadas en este trabajo para desarrollar bioadsorbente de bajo costo para compuestos orgánicos hidrofóbicos. Comparando con otros adsorbentes modificados, las cáscaras de nueces modificadas con ácido oleico (OWNS) mostró el máximo coeficiente de partición ($4330 \pm 8.8 \text{ L kg}^{-1}$) debido a su baja polaridad y su alta aromaticidad. La capacidad de adsorción de OWNS ($7210 \mu\text{g g}^{-1}$) a 298K fue observada para una concentración inicial de 25 mg L^{-1} con un tiempo de contacto de 40h, y una masa de adsorbente de 1 g L^{-1} , en condiciones neutrales. Además, la capacidad de regeneración de OWNS fue muy prometedora para la remoción de naftaleno. (Leer artículo completo [aquí](#)).

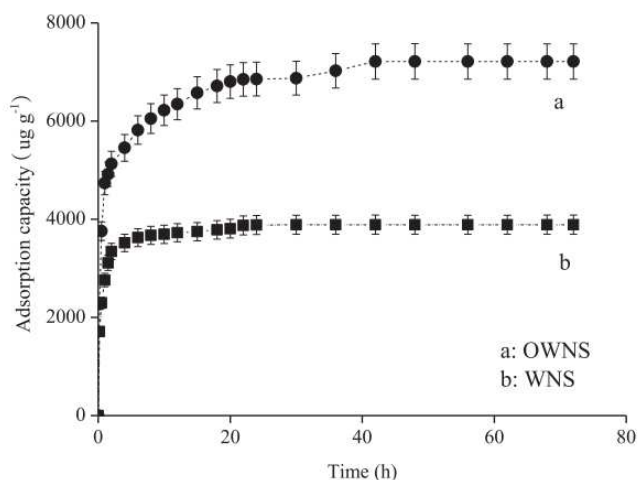
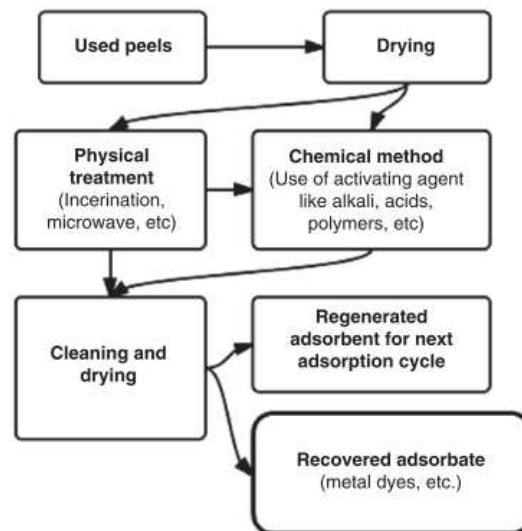


Figura 4. Adsorción dinámica de naftaleno en los adsorbentes (cáscaras de nueces naturales y modificadas con ácido oleico). Las barras de error representan la desviación estándar del promedio.

Publicaciones Científicas

Residuos de cáscaras de frutas como un adsorbente nuevo de bajo costo. ²

Los residuos de cáscaras de frutas (FPW) son muy abundantes y están disponibles desde las industrias de procesamiento de alimentos y agrícolas, y han sido estudiados anteriormente como adsorbentes. En este artículo se revisan los trabajos reportados e investigaciones varias sobre sistemas de adsorción de contaminantes con FPW. El estudio incluye estadística de generación de FPW, modificación, caracterización, capacidad de adsorción, recuperación y regeneración de FPW, y modelamiento (considerando isothermas, cinéticas, y termodinámicas) de sistemas de adsorción del tipo batch. Se encontró que las cáscaras de naranjas y plátanos son los adsorbentes mayormente estudiados, mientras Pb^{2+} y azul de metileno son los contaminantes mejor removidos, las isothermas de Langmuir y Freundlich son las que mejor se ajustan en la mayoría de los casos, y en general, una cinética de pseudo segundo orden es seguida. Hay pocos estudios o prácticamente sin reportes en plantas comerciales. Aunque la reproducibilidad de los resultados es pobre, FPW tiene un gran potencial en el tratamiento de aguas residuales debido a su abundancia y disponibilidad de bajo costo. FPW puede ser usado para remover metales pesados y tinciones, sin embargo, la remoción de impurezas gaseosas y orgánicas requieren de mayor



investigación. (Leer artículo completo [aquí](#))

Figura 5. Diagrama de flujo de regeneración de FPW.

Patentes

La búsqueda de patentes sobre la autopsia de membranas de osmosis reversa se ha realizado mediante la base de datos de la plataforma Lens.org, la cual abarca patentes de EEUU, China, Europa y Australia, entre otros. No se consideró rango de tiempo para la búsqueda de patentes.

Patentes sobre reutilización de bioadsorbente

Se analizaron los resultados obtenidos observándose que solo existen 6 patentes cuyos solicitantes son de China y USA (Figura 6).

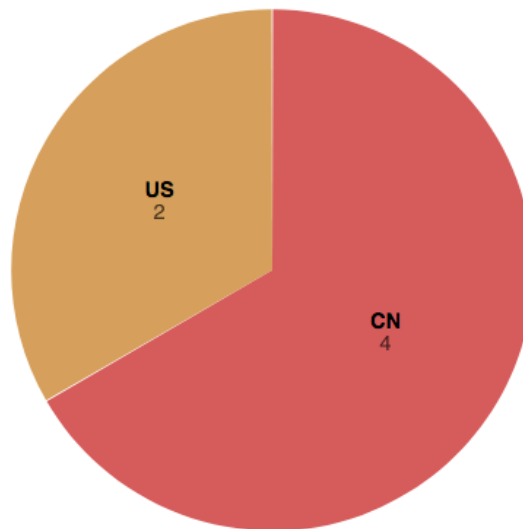


Figura 6. Países que tienen patentes relacionadas a la regeneración de bioadsorbentes.

Patentes

Composito de biosorbente para el tratamiendo de un sistema de residuos acuosos con contenido de metales pesados. ⁶

Univ Zhejiang Technology (29.08.2018)

Nº de solicitud/publicación: US 6786336 B2

La composición de un biosorbente, procesos de preparación y uso de este mismo, comprende un sustrato dopado con quitosano. Sustratos útiles que incluyen materiales de soporte tales como un material de soporte de cerámica. La composición del biosorbente de la invención es útil en el tratamiento de sistemas acuáticos, incluyendo aguas residuales y corrientes de residuos acuosos, para la remoción de metales pesado no deseados. (Leer documento [completo](#))

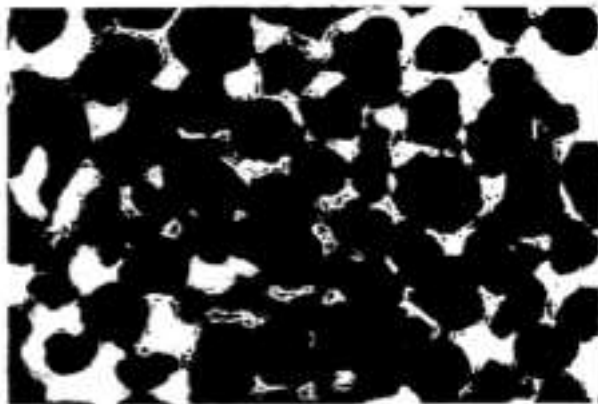


Figura 7. Fotomicrografía de un biosorbente compuesto con quitosano mostrando su morfología completamente.

Patentes

Adsorbente basado en quitosano. ⁷

Crystal clear technologies Inc (13.01.2015)

Nº de solicitud/publicación: US 8932983 B1

Un adsorbente es diseñado para remover compuestos específicos desde fluidos, este adsorbente incluye quitosano y uno o más materiales adicionales que permiten selectividad de los compuestos removidos. El adsorbente basado en quitosano es funcionalizado y polimerizado a un grado determinado para mejorar su capacidad y selectividad para diversas moléculas y/o iones. (Leer documento [completo](#)).

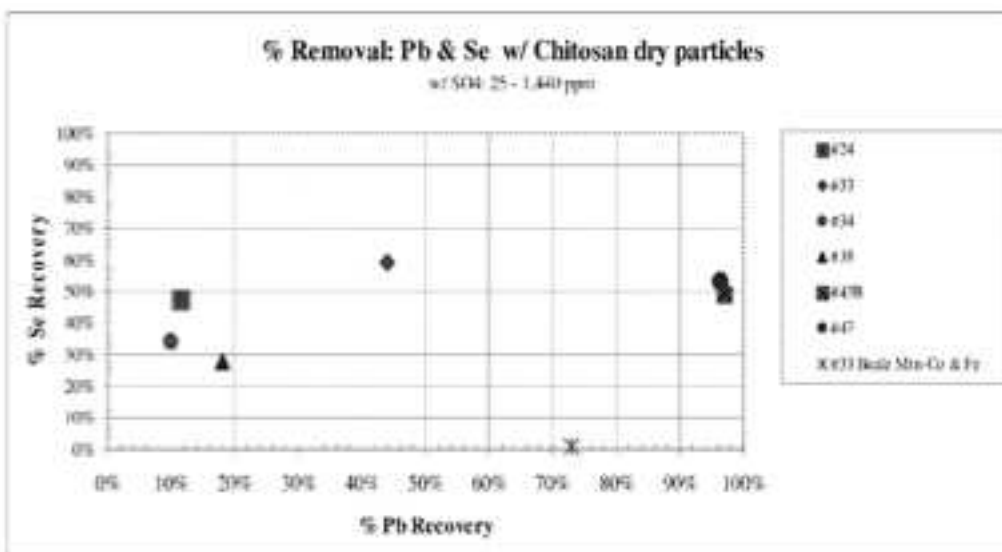


Figura 8. Remoción de metal con quitosano.

Patentes

Gen recombinante de *Saccharomyces Cerevisiae* para adsorber eficientemente uranio desde aguas y procesos de construcción.

East China Inst Technology (22.01.2014)
Nº de solicitud/publicación: CN 103525713 A

La invención considera un gen recombinante de *saccharomyces cerevisiae* (levadura) para adsorber eficientemente uranio contenido en agua y procesos de construcción. El gen recombinante es construido por la reconstrucción de un codón en un gen metalotionina de hígado humano, recombinando con una expresión en un vector de *S.cerevisiae* y transfiriendo a la célula de esta levadura para una expresión correcta. El gen recombinante de *S.cerevisiae* reveló en la invención un aumento efectivo en la capacidad de adsorción de *S.cerevisiae* en uranio (VI), teniendo característica de bajos costos de adsorción y posibilidad de reutilizar la biomasa, y tiene un efecto positivo considerando la reducción del grado de polución de uranio y de recuperar este elemento desde su fuente. (Leer documento [completo](#)).

Patentes en Chile

En el buscador de patentes del sitio web del Instituto Nacional de Propiedad Industrial INAPI (www.inapi.cl), no se encontró ninguna patente relacionada con la reutilización de bioadsorbentes.

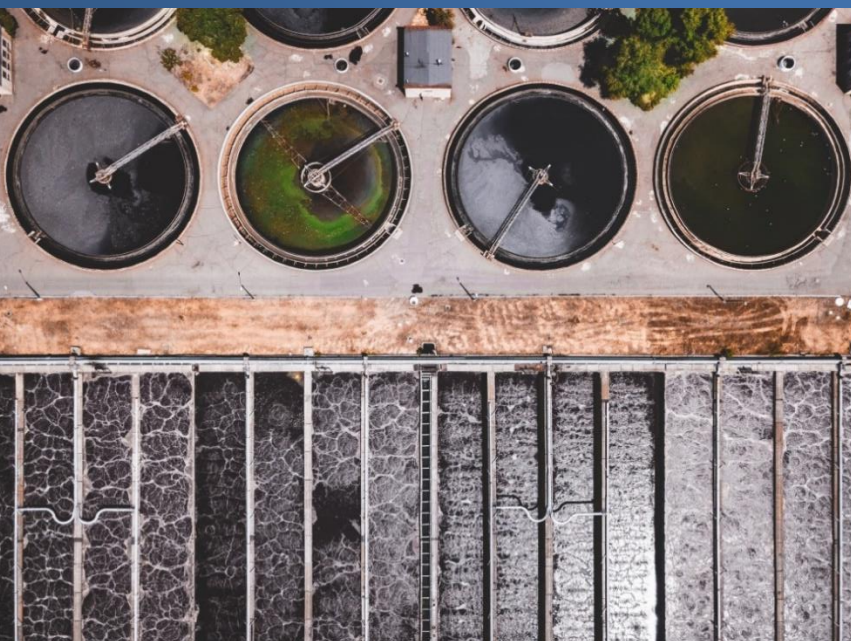
Referencias

1. Gupta, V. K., Nayak, A. & Agarwal, S. Bioadsorbents for remediation of heavy metals: Current status and their future prospects. *Environ. Eng. Res.* **20**, 1–18 (2015).
2. Pathak, P. D., Mandavgane, S. A. & Kulkarni, B. D. Fruit peel waste as a novel low-cost bio adsorbent. *Rev. Chem. Eng.* **31**, 361–381 (2015).
3. De Gisi, S., Lofrano, G., Grassi, M. & Notarnicola, M. Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review. *Sustain. Mater. Technol.* **9**, 10–40 (2016).
4. Banerjee, M., Basu, R. K. & Das, S. K. Cr(VI) adsorption by a green adsorbent walnut shell: Adsorption studies, regeneration studies, scale-up design and economic feasibility. *Process Saf. Environ. Prot.* **116**, 693–702 (2018).
5. Zhu, M., Yao, J., Dong, L. & Sun, J. Adsorption of naphthalene from aqueous solution onto fatty acid modified walnut shells. *Chemosphere* **144**, 1639–1645 (2016).
6. M, B. V. & Dean, S. E. Composite Biosorbent For Treatment Of Waste Aqueous System(s) Containing Heavy Metals. (2004).
7. M, H. J. & Sharad, H. Chitosan Based Adsorbent. (2015).
8. Min, L., Bo, L., Zhibin, Z., Qiong, X. & Liangliang, Y. Gene-recombinant *Saccharomyces Cerevisiae* For Efficiently Adsorbing Uranium Contained In Water Solution And Construction Method Thereof. 2014



Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos Hídricos
Universidad Católica del Norte
Pabellón E2 / Av. Angamos 0610, Casilla 1280, Antofagasta
Fono:
(55) 2651740 / (55) 2355044
E-Mail:
ceitsaza@ucn.cl
Página Web:
www.ceitsaza.cl

Proyecto de Consolidación de Oficinas de Transferencia y
Licenciamiento
Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica
Universidad Católica del Norte
E-Mail:
Innovacion.vridt@ucn.cl
Página Web:
ditt.ucn.cl



Dirección de Innovación y
Transferencia Tecnológica