

Biotecnología Ambiental

Nanoparticles of lignin. Preparation, characterization and applications

Victor Acha, Thierry Aussenac

Unit of Transformations & Agroresources, EA 7519, UniSalle, 19 rue Pierre Waguet – BP 30313 – F-60026 Beauvais, France

victor.acha@unilasalle.fr

Lignin is one of the most abundant natural polymers after cellulose and has attracted great attention because of its very high potential as a renewable and sustainable resource for a galaxy of high value applications. Its complexity and heterogeneous nature have made it difficult to know its precise structure because of its various covalent bonds and its resistance to degradation. Many functional groups (carbonyls, phenolic or aliphatic hydroxyls, carboxyls) can be found in different proportions in lignin. These functional groups make possible the application of lignin as a matrix reinforcing filler for polymers, however, its large size greatly limits widespread use.

Nanoscale lignin has attracted interest because of its improved properties over standard lignin. All the disadvantages indicated above can be overcome by the conversion of standard lignin to nanoscale lignin because the significant changes in the physicochemical properties of materials when transformed at the nanometric scale. Thus a wide range of different applications can be envisaged: UV light blockers, binders, biocides, chemicals, antimicrobials, antioxidants / radical scavengers, additives for paper, additives for concrete, dispersants, cosmetics, lubricants, paints, and nano carriers for transporting drugs for cancer treatment. Nano-scale lignin is thus considered to be an ideal candidate for the development of new environmentally friendly products in various industries because lignin nanoparticles are completely biodegradable and non-toxic.

This work aims to present a state of the art regarding the properties of lignin particles at nanometric size, and the advantageous applications that result.

Keywords: lignin, nanoparticles, natural polymers.

El metagenoma de una laguna urbana contaminada en Cochabamba como reflejo de la diversidad microbiana patógena, sus genes de resistencia a antibióticos y genes de virulencia

Jorge Quillaguamán¹ , †, Daniel Guzmán¹ , Melina Campero² , Claudia Hoepfner¹ , Laura Relos¹ , Daniela Mendieta¹ , Shawn M. Higdon³ , Daniel Eid⁴ , and Carla E. Fernández²

(1) Centro de Biotecnología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. (2) Centro de Limnología y Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. (3) Department of Plant Sciences, University of California, Davis, California 95616, United States (4) Instituto de Investigaciones Biomedicas e Investigación Social, Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

jorgeqleyt@gmail.com

Los cuerpos de agua urbanos se encuentran bajo constante presión antrópica, la población circundante y sus actividades provocan procesos de eutrofización que cambian la calidad del agua y la estructura de la comunidad bacteriana, principalmente a través de la descarga de aguas residuales domésticas e industriales. Dichas descargas, en varios casos incluyen contaminantes como metales pesados, productos químicos tóxicos, antibióticos y heces. El análisis fisicoquímico de la laguna Alalay muestra que contiene fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre que inducen el crecimiento de diferentes tipos de organismos; entre ellos bacterias patógenas, que identificamos basados en el material genético (ADN) que encontramos. A la vez, hallamos ADN que confiere resistencia y/o multiresistencia a las siguientes bacterias patógenas: *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Nocardia brasiliensis*, *Nocardia farcinica*, *Burkholderia cepacia*, *Burkholderia pseudomallei*, *Salmonella enterica* sup. *enterica*, complejo de *Mycobacterium tuberculosis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Neisseria elongata*, *Neisseria meningitidis*, *Acinetobacter baumannii*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*. Por otro lado, el estudio de los genes de virulencia de las bacterias de la laguna Alalay, muestra que los mismos están relacionados con bacterias patógenas que no poseen genes de resistencia a antibióticos; estas bacterias son *Haemophilus influenzae*, *Helicobacter pylori*, *Shigella dysenteriae* y bacterias del género *Vibrio*. Debido a que el riesgo de infección se encuentra presente en la laguna Alalay, se debería evitar que personas que por motivos laborales y/o accidentales ingresen a la laguna tengan contacto con el agua, particularmente aquellas personas con inmunodeficiencia o enfermedades de base.

Recursos genéticos en reservorios microbianos insólitos: una revisión de 20 años de estudios de extremófilos del altiplano boliviano y sus aplicaciones biotecnológicas.

*Alfaro, Pablo^{*1,2}, Paulas, Licyel², Villarroel, Daniel², Mendieta, Micaela², Guzmán, Daniel¹ & Tania Pozzo³*

(1) Centro de Biotecnología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón (2) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón. (3) Añaki.

bioalftec@gmail.com, licy.el.pc@gmail.com, daniel.villarroelf@gmail.com, mikymendieta8@gmail.com, danielguzmanduchen@gmail.com, tania.pozzo@gmail.com

Los procariotas han evolucionado para ocupar todos los nichos ambientales disponibles; los extremófilos representan un área clave de investigación para múltiples disciplinas, que abarca desde el estudio de adaptaciones a condiciones extremas, hasta el ciclo biogeoquímico de elementos. El Altiplano boliviano posee una gran diversidad de ambientes extremos como salares, géiseres, lagos salinos y humedales geotérmicos que son descritos en este trabajo como nichos ecológicos únicos para extremófilos. Su estudio en Bolivia se ha incrementado debido a los intereses de identificar potenciales usos en la biotecnología pero que presenta baja organización y estancamiento del conocimiento. El objetivo de esta revisión es describir los extremófilos aislados de los principales biotipos extremos del Altiplano boliviano, haciendo énfasis en sus capacidades fisiológicas de interés para la biotecnología. Solo el 60% de 54 fuentes de información se encuentra en revistas científicas, registramos el aislamiento y descripción de 22 consorcios microbianos y 68 cepas bacterianas y de arqueas con sus respectivos perfiles de aplicaciones; siendo las mayores tendencias de estudio la producción de extremoenzimas, bioplásticos y biorremediación. Sólo el 53% de microorganismos aislados presentan identificaciones moleculares, 22 secuenciamientos parciales del ARNr 16s se encuentran disponibles en GenBank de los cuales presentamos un análisis filogenético para futuros estudios en genómica comparativa y visualización de genes de interés. Presentamos una base unificada de fácil acceso que permite visibilizar y organizar nuestros recursos genéticos extremófilos para su futura agrupación en un banco de recursos genéticos microbianos y así, cubrir vacíos y resaltar necesidades en la investigación biotecnológica boliviana.

Palabras clave: Revisión, extremófilos, altiplano boliviano.

Utilización de cianobacterias del altiplano boliviano en armado de celdas solares fotovoltaicas

Leonardo Emanuel Campuzano Rodriguez , Johanne Hanco , Lorena Andrea Rey Ortíz

Escuela Militar de Ingeniería, La Paz, Bolivia.

nikicampuzano@gmail.com¹, hanko@dgs.de², lorereyortiz@hotmail.com³

El aporte científico del trabajo es la implementación y uso de cianobacterias en las celdas solares sensibilizadas con colorante, sin embargo, su funcionamiento es alterado por dos factores, el medio para que pueda sobrevivir los géneros de cianobacterias y el uso de biomasa.

Este proyecto abarca dos factores muy importantes en tema socioambiental, sistemas de generación de energía alternativa y renovable, y el uso de cianobacterias (potenciales contaminantes en cuerpos de agua eutrofizados), siendo el último un insumo que representa la limpieza en cuerpos de agua contaminados.

El sistema usado son las celdas sensibilizadas con colorante (DSSC- Dye-Sensitized Solar Cell), creado por el químico Michael Grätzel, el funcionamiento de estas celdas depende de un sujeto fotosintético que es generalmente un colorante con alto contenido de antocianina, este llega a absorber los rayos solares y por la presencia de soluciones semiconductores llega a generarse energía eléctrica. Cuenta con el mismo mecanismo de celdas solares de silicio, sin embargo, el funcionamiento es diferente, las celdas solares sensibilizadas con colorante llegan a tener un comportamiento diferente al momento de su interacción con la luz solar, ya que absorbe la radiación necesaria para realizar la fotosíntesis, a diferencia de las celdas de silicio que necesitan interacción directa con la luz solar para su funcionamiento.

El aporte de un nuevo sistema de energía alternativo y renovable que genere energía durante las 24 horas del día representa un impacto tecnológico que puede llegar a satisfacer las necesidades energéticas mundiales.

Palabras Claves: Celdas sensibilizadas con colorante, Cianobacterias, Consorcio, Energía Fotovoltaica, Energía alternativa.

Reproducción en cautiverio del pez bronce (*Corydoras aeneus* Gil, 1958): Mediante inducción hormonal (GnRh), 2018-2020.

Céspedes Fernández, Luz Nélida ¹, Ruiz-Umaña, Jusdin ^{1, 2}

(1) Laboratorio de Reproducción Asistida del Acuario Tropical Céspedes, Santa Cruz- Bolivia. (2) Laboratorio de Investigación en Microbiología Ambiental y Biotecnología

"LIMAB"-UAGRM

jusdin_ruiz@hotmail.com

En Bolivia la extracción con fines ornamentales del pez bronce (*Corydoras aeneus*), ha provocado la disminución de sus poblaciones locales y con ello se ha alterado su nicho ecológico. Una alternativa para el aprovechamiento sostenible de esta especie, es la reproducción en cautiverio. En este sentido, el presente estudio evaluó la reproducción de *C. aeneus*, aplicando tratamientos con variación de temperatura y la inducción hormonal (Hormona GnRh) en diferentes épocas (seca y humedad). La fase 1 o adaptación, se realizó en el Laboratorio de Reproducción Asistida del Acuario

Tropical Céspedes, bajo condiciones controladas de luz, pH y temperatura, con 32 reproductores silvestres (14 hembras y 17 machos), provenientes del Río Taca y Urucú de la provincia Sara, del departamento de Santa Cruz, en septiembre del 2018. Adaptándose con éxito 24 ejemplares. En la fase 2 o experimentación, la reproducción inducida por variación de temperatura e inducción hormonal con dosis única en época seca, no se logró obtener resultados favorables. Mientras que, en la inducción hormonal con dosis única en época húmeda, se obtuvo el desove en una fase de latencia $x = 48$ h, con x de 180 huevos, una fecundidad $x =$ del 35 % y una supervivencia de alevines del 97 %. Estos resultados marcan el inicio de una fase de experimentación y sugieren la búsqueda de modificaciones de la técnica, que faciliten y potencien la aplicación de estas metodologías a futuro, en otras especies nativas, que presenten algún estado de vulnerabilidad por la sobreexplotación con distintos fines.

Palabras claves: *Corydoras aeneus*, reproducción, inducción hormonal, GnRH

El uso de marcadores genéticos moleculares en la conservación de especies de plantas amenazadas

Edgar E. Gareca¹, Esmeralda Ballesteros¹, Yvonne Y. Martinez¹, Martha Morales¹, Claudia Solis¹, Jennifer Cahill¹, Luis F. Aguirre¹, Freddy Navarro¹, Olivier Honnay²

(1) Centro de Biodiversidad y Genética, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. (2) Ecology, Evolution and Biodiversity Conservation, KU Leuven. Lovaina, Bélgica.

EEG (edgargareca.l@fcyt.umss.edu.bo), EB (dies_bq21@hotmail.com), YYM (yvonneyhasira@yahoo.com), MM(martha_mc84@hotmail.com), CS (clauu-7@hotmail.com), JC (jcahill@fcyt.umss.edu.bo), LFA (laguirre@fcyt.umss.edu.bo), FN (frenan@fcyt.umss.edu.bo), OH(olivier.honnay@kuleuven.be)

Gracias a los avances tecnológicos y su mayor accesibilidad, la biología de la conservación utiliza cada vez más a los marcadores genéticos moleculares. Estos permiten acceder a información genética de los organismos y son útiles en la conservación de especies amenazadas. El presente trabajo resume estudios genéticos del género *Polylepis* en Cochabamba y presenta el trabajo en desarrollo acerca de la filogenia del mismo. *Polylepis* está conformado por especies arbóreas altoandinas que cumplen importantes funciones incluyendo generar un microclima menos frío, aumentar la biodiversidad, retener el agua, evitar la erosión y el deslizamiento de laderas, funciones que protegen a las poblaciones humanas que viven debajo de estos bosques. Sin embargo, las poblaciones de *Polylepis* están fragmentadas y la evidencia indica que somos los humanos la principal causa de esta fragmentación. Un estudio en *P. bessi* usando AFLPs apoyó esta hipótesis y mostró que los fragmentos todavía se comportan como una unidad genética, tanto en adultos como juveniles. Un resultado similar fue obtenido para *P. subtusalbida* con RAPDs. Adicionalmente, se determinó que las especies arbóreas exóticas disminuyen el flujo génico entre individuos de *P. subtusalbida*, siendo necesario manejarlas para conservar a las nativas. Estos estudios permiten tomar decisiones a escala poblacional. Para incidir a mayor escala geográfica en la conservación se necesita trabajar a mayor escala espacial y genética. Actualmente trabajamos en la filogenia del género en Bolivia; este trabajo permitirá tomar decisiones para la conservación de *Polylepis* a nivel nacional y departamental. Apoyó ESFOR-UMSS. Financiado por ASDI, KULeuven, VLIR-ZEIN2011RIP16.

Evaluación de procesos de producción de bioestruvita ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) para la recuperación de fósforo y nitrógeno del suero lácteo y magnesio de la bischofita

Gonzales Mamani V¹, Alfaro Flores A², Crespo Melgar C³, Álvarez Aliaga MT⁴

Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas – Universidad Mayor de San Andrés (IIFB-UMSA). La Paz – Bolivia

(1) vikirigo123@gmail.com (2) adalidalfaroflores@gmail.com (3) carlacrespo123@gmail.com
(4) mariateresa.alvarezaliaga@gmail.com

Introducción: La producción de bioestruvita para remover fósforo y nitrógeno de efluentes industriales representa una alternativa tecnológica a la contaminación en los cursos de agua. La estruvita es un fertilizante de liberación lenta que requiere la adición de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y MgCl_2 son las principales fuentes, una alternativa económica es la bischofita ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), una valiosa fuente de magnesio.

Objetivo: Evaluar procesos de producción de bioestruvita para la recuperación de fósforo y nitrógeno del suero lácteo y magnesio de bischofita.

Metodología: Se diseñaron medios de cultivo a base de suero lácteo, adicionando compuestos de P, N y Mg para establecer dos procesos de cultivo y producción de bioestruvita: *Simultáneo*, combinando diferentes fuentes de N=11.5 mM (urea, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) y Mg=14.5 mM (MgSO_4 , MgCl_2 y bischofita); *Separado*, variando DQO del medio (0.5-32 g/L). Los rendimientos de estruvita fueron cuantificados por gravimetría y sus características analizadas mediante Difracción de Rayos X (DRX) y Espectrometría por dispersión de rayos X acoplada a microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS).

Resultados: Cristales obtenidos por el proceso biológico y fisicoquímico fueron identificados como estruvita por DRX y SEM-EDS. La mayor producción de bioestruvita a partir de bischofita y suero lácteo en el proceso de cultivo y producción *simultáneo* fue $4.57 \pm 1.08 \text{ g/L}$ empleando urea-bischofita y el proceso *separado* [$\text{DQO}_{\text{inicial}} = 8 \text{ g/L}$, urea-bischofita] obtuvo los mejores rendimientos ($5.1 \pm 0.7 \text{ g/L}$), incluso superior al proceso fisicoquímico ($2.34 \pm 0.06 \text{ g/L}$).

Conclusiones: Se demostró que es posible producir bioestruvita empleando suero lácteo y bischofita mediante cultivo y producción simultánea. Ambos procesos biológicos obtuvieron rendimientos superiores al proceso fisicoquímico.

Palabras clave: Bischofita, bioestruvita, fertilizante, suero lácteo.

Aislamiento de bacterias lipolíticas a partir de *biofilms* de efluentes de restaurantes del distrito de Saylla-Cusco-Perú

Huayhua Jurado, Norman Sabino

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

145092@unsaac.edu.pe

El actual uso de los aceites y grasas en la gastronomía y consumo por parte de las personas dan lugar a residuos grasos industriales y domésticos que dañan el medio ambiente y también los bienes públicos, obstruyendo los conductos de desagües debido a la conformación de *biofilms*. El objetivo del presente trabajo es aislar e identificar bacterias lipolíticas de *biofilms* de restaurantes con fines biotecnológicos, lo cual se realizó utilizando el medio MM1+ rodamina B y como fuente de carbono el aceite de oliva al 2%. De los 03 puntos de muestreo se aislaron 54 cepas las que posteriormente se expusieron a diferentes grados de concentración de aceite de oliva (2%, 4%, 6%, 8% y 10%). Fueron 15 cepas las que se seleccionaron debido a la resistencia a mayor concentración de aceite de oliva (10%). Se realizó pruebas bioquímica de TSI, LIA, Citrato, MIO y UREA obteniéndose los géneros *Serratia sp.*, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp* y *Citrobacter sp*. Siendo *Serratia sp* la de mayor presencia.

Biorremediación de contaminantes empleando Pseudomonas sp. Bioremediation of contaminants using Pseudomonas sp.

Alvarado Vega Kelly Valentina; Parada Rincón Diana Carolina; Moreno Rozo Laura Yolima

2dianaparada0324@gmail.com

Frente a los actuales problemas ambientales, la biorremediación surge como una alternativa para enfrentar los diferentes contaminantes dispersos en distintos ecosistemas empleando bacterias del género *Pseudomonas*. Se encontró que debido a la versatilidad metabólica, gran capacidad de adaptación, oxidación de compuestos contaminantes y producción de biosurfactantes, las especies bacterianas más frecuentes fueron *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas putida*. Así mismo, los contaminantes más empleados fueron los hidrocarburos y los metales pesados.

PALABRAS CLAVES: Microorganismos, medio ambiente, biosurfactantes.

Faced with current environmental problems, bioremediation appears as an alternative to deal with the different pollutants dispersed in different ecosystems using bacteria of the *Pseudomonas* genus. It was found that due to metabolic versatility, great adaptability, oxidation of contaminating compounds and biosurfactant production, the most frequent bacterial species were *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*. Likewise, the most used pollutants were hydrocarbons and heavy metals.

KEY WORDS: Microorganisms, environment, biosurfactants.

Aplicaciones biotecnológicas en *Wolbachia pipientis* y su uso para la erradicación de vectores de contagio causantes de enfermedades víricas

Yanira Lizeth Paredes Estrada ¹, Andrés Pardo Valverde²

Carrera de Ingeniería en Biotecnología-Universidad Católica Boliviana San Pablo

lizzparedes01@gmail.com¹, pardovalverde95@gmail.com²

Según datos de la OPS (Organización Panamericana de Salud) los casos de dengue en las Américas superaron los 3 millones en 2019. De hecho en Bolivia, según datos del ministerio de Salud se registraron alrededor de 4000 casos confirmados siendo la ciudad de Santa Cruz la más afectada. Como consecuencia se ha generado un escenario epidemiológico demasiado complejo. La ausencia de una vacuna para controlar estas arboviriosis hace que su principal vector de contagio *Aedes aegypti*, se considere un método efectivo para la prevención y control de estas epidemias pero como se puede observar en las cifras de contagios no es una propuesta del todo efectiva. Una alternativa que se propone debido a que actualmente los mecanismos de prevención y control de estos vectores no están siendo del todo efectivos es que para evitar la transmisión del virus del dengue se infecte al vector con una bacteria endocelular llamada *Wolbachia Pipientis*. Diferentes investigaciones han demostrado que *Wolbachia* produce una severa resistencia ante la infección de algunos virus dentro los cuales se encuentran el dengue además que acorta la vida del mosquito y provoca una incompatibilidad citoplasmática. Por lo que, si se llegara a liberar mosquitos machos infectados con la bacteria *Wolbachia pipientis* en una población de hembras no infectadas su herencia no será viable, disminuyendo su población de manera drástica y por consecuencia una disminución del índice de contagios.

El papel del ARN regulatorio en la adaptación de comunidades microbianas al estrés ambiental

Cesar A. Perez-Fernandez, German Uritskiy, Diego Rivera Gelsinger, Jocelyne DiRuggiero

Department of Biology, The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA

capfz200@hotmail.com¹

El desierto de Atacama en Chile es uno de los lugares más secos del planeta y sus condiciones ambientales representan una barrera adaptativa para la vida microbiana. En este ambiente extremo, los microorganismos, como estrategia de supervivencia, encuentran refugio dentro de rocas como ser la halita. Este proyecto se enfoca en la caracterización taxonómica y funcional con especial interés en el papel del ARN no codificante de secuencia corta (sARN) ya que estos tienen una función de regulación de expresión genética en los tres dominios de la vida. Tradicionalmente este tipo de estudios se ha realizado en cultivos puros, sin embargo, los microorganismos viven en comunidades complejas que utilizan los sARNs como mecanismos de respuesta a distintos estresores ambientales. Estudios previos muestran que los halófilos presentan cientos de ARNs intergenicos (itsARNs) y de antisentido (asARNs) en su metatranscriptoma. Los sARNs de la halita se encuentran en distintos grupos taxonómicos, pero principalmente en miembros de *Halobacteria*. También se observó la existencia de una correlación negativa entre los sARNs y sus blancos putativos sugiriendo una posible acción de regulación. Los estudios metatranscriptómicos ligados a variaciones ambientales son útiles para encontrar los mecanismos mediante los cuales las comunidades responden al estrés ambiental. Sin embargo, la cantidad de material genético que se pueda obtener de muestras ambientales por lo que actualmente se combina con cultivos que permitan realizar censos ambientales con la mayor cantidad de información posible.

El metagenoma de una laguna urbana contaminada en Cochabamba como reflejo de la diversidad microbiana patógena, sus genes de resistencia a antibióticos y genes de virulencia

Jorge Quillaguamán^{1, †}, Daniel Guzmán¹, Melina Campero², Claudia Hoepfner¹, Laura Relos¹, Daniela Mendieta¹, Shawn M. Higdon³, Daniel Eid⁴, and Carla E. Fernández²

¹Centro de Biotecnología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. ²Centro de Limnología y Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. ³Department of Plant Sciences, University of California, Davis, California 95616, United States, ⁴Instituto de Investigaciones Biomedicas e Investigación Social, Facultad de Medicina, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

[†]jorgeqleyt@gmail.com

Los cuerpos de agua urbanos se encuentran bajo constante presión antrópica, la población circundante y sus actividades provocan procesos de eutrofización que cambian la calidad del agua y la estructura de la comunidad bacteriana, principalmente a través de la descarga de aguas residuales domésticas e industriales. Dichas descargas, en varios casos incluyen contaminantes como metales pesados, productos químicos tóxicos, antibióticos y heces. El análisis fisicoquímico de la laguna Alalay muestra que contiene fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre que inducen el crecimiento de diferentes tipos de organismos; entre ellos bacterias patógenas, que identificamos basados en el material genético (ADN) que encontramos. A la vez, hallamos ADN que confiere resistencia y/o multiresistencia a las siguientes bacterias patógenas: *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Nocardia brasiliensis*, *Nocardia farcinica*, *Burkholderia cepacia*, *Burkholderia pseudomallei*, *Salmonella enterica* sup. *enterica*, complejo de *Mycobacterium tuberculosis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Neisseria elongata*, *Neisseria meningitidis*, *Acinetobacter baumannii*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*. Por otro lado, el estudio de los genes de virulencia de las bacterias de la laguna Alalay, muestra que los mismos están relacionados con bacterias patógenas que no poseen genes de resistencia a antibióticos; estas bacterias son *Haemophilus influenzae*, *Helicobacter pylori*, *Shigella dysenteriae* y bacterias del género *Vibrio*. Debido a que el riesgo de infección se encuentra presente en la laguna Alalay, se debería evitar que personas que por motivos laborales y/o accidentales ingresen a la laguna tengan contacto con el agua, particularmente aquellas personas con inmunodeficiencia o enfermedades de base.

Removal of metals from contaminated waters: Evaluating the use of synthetic adsorbents and green algae biomass

Roxana Quiroga-Flores^{a,1}

^a Division of Biotechnology, Department of Chemistry, Faculty of Engineering LTH. Lund University Lund, Sweden. ¹ Present address: Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas. Biotecnología Ambiental. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.

roxana.quirogaf@gmail.com

Metal contamination of water bodies has attracted global attention owing to its environmental toxicity, abundance and persistence. New technologies providing highquality treatments targeting low concentration of metals are needed. In this doctoral thesis, different types of water contaminated with metals were treated by adsorption and bio-uptake processes targeting arsenic, cadmium and mercury. For treating arsenic and cadmium, two adsorbents were developed. Both of them were composites consisting of particles in the order of micrometer and nanometers, and a support material. The novel configurations improved the adsorption capacities and allowed the application in column or batch systems. The adsorbent targeting arsenic present in drinking water, was a macroporous polymer coated with co-precipitated iron aluminium hydroxides (MHCMP). In addition, the adsorbent for treating cadmium consisted of silicate-titanate nanotubes embedded in chitosan beads (STNTs-Ch beads), and showed higher selectivity towards cadmium and lead over nontoxic metals when tested for treating biogas leachate. This adsorbent was also recycled thereby prolonging its life span. Furthermore, a life cycle assessment carried out for the STNTs-Ch beads showed that electricity was the main input causing great impact on the environment and should be further optimized. The STNTs-Ch beads were also evaluated for treating synthetic municipal wastewater as a way to prevent toxic effects of metals on a biological phosphorus removal treatment. In contrast to adsorption, a biological material constituted of living green algae biomass showed high potential for the uptake of methylmercury and could represent a remediation tool for a high altitude contaminated lake in South America.

Procesos de bioprecipitación de metales pesados y bioreducción de hierro (iii) para el tratamiento de aguas ácidas de minas a escala laboratorio

Roxana Quiroga-Flores^a, María Teresa Álvarez Aliaga¹

(1) Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas. Biotecnología Ambiental. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.
roxana.quirogaf@gmail.com, ariateresa.alvarezaliaga@gmail.com.

En el presente trabajo, se estableció procesos de bioprecipitación y bioreducción para el tratamiento de aguas ácidas de mina. El primero hace referencia a la precipitación de metales con sulfuro biogénico empleando bacterias sulfato reductoras. El segundo, consistió en la reducción biológica de Fe^{3+} a Fe^{2+} , para luego precipitarlo con sulfuro biogénico. Se experimentó con agua de Dique de colas y drenaje ácido de mina (DAM), las cuales provinieron de las operaciones mineras Bolívar y Colquiri. Se seleccionó el modo de operación de los reactores y la carga orgánica a emplear, optimizando la relación entre demanda química de oxígeno y concentración de sulfato (16 g/L). Las concentraciones de Fe y Zn en el DAM fueron alrededor de 2900 mg/L y 6000 mg/L, respectivamente. Se trató el DAM en 3 circunstancias diferentes: 70% de recambio de volumen efectivo de reactor con 12 horas de tiempo de retención, 30% de recambio de volumen efectivo con 24 horas de tiempo de retención y, por último, la combinación de un pre-tratamiento químico con tratamiento biológico. El segundo y tercer tratamiento tuvieron similar eficiencia y la elección de uno sobre el otro recaerá en los costos de escalamiento y aplicación. En ambos casos, se alcanzó a remover hasta 70% de sulfatos, entre 60-80% de Fe y Zn y, 95-100 % de remoción de Cd y Cu.

Por otro lado, se detectaron géneros sulfato reductores mediante la técnica molecular de hibridación fluorescente *in situ* (FISH), donde existió predominancia de *Desulfovibrio spp*, *Desulfobacterium sapovorans* y *Desulfovibrio fairfieldensis*.

Identificación de Comunidades Microbianas que Potencialmente llevan a cabo Biorremediación de Hidrocarburos a Partir de Suelo Contaminado por Petróleo de Pasivos Ambientales, por Técnicas de Secuenciación de Segunda Generación

Apolonia Rodríguez Gonzales¹, Shawn Higdon², Daniel Guzmán Duchén³, Asamblea del Pueblo Guaraní zona Yakuigüa¹, Tania Pozzo²

(1)Carrera Ingeniería Ambiental: Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca Post Office Box 212, Sucre, Bolivia. (2)Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Serranía del Aguaragüe-Servicio Nacional de Áreas Protegidas. (3)Department of Plant Sciences, University of California Davis, Davis, California 95616, United States. (3)Centro de Biotecnología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón

rodriguez.apolonia@usfx.bo

Bolivia, un país productor de hidrocarburos, desde 1920 a la fecha, el país identificó áreas tradicionales y no tradicionales de explotación de este recurso natural; y en orden de importancia uno de los sitios explorados y explotados ha sido el Parque Nacional de Manejo Integrado Serranía del Aguaragüe, ubicado en el Departamento de Tarija.

Al concluir la extracción del hidrocarburo, algunos pozos recibieron cierres técnicos y otros simplemente fueron abandonados, quedando de herencia para la zona, pasivos ambientales generadores de impactos ambientales negativos para la flora, fauna y habitantes del lugar, como los pueblos indígenas guaraníes (Romero & Carmona, 2008).

Bajo estos antecedentes y con esta problemática se ha realizado el presente trabajo de investigación, que consiste en la identificación de comunidades bacterianas en suelos contaminados del pozo SAN 9 y no contaminados del pozo SAN 2, se espera que las bacterias identificadas, mediante técnicas de 16s amplicon libraries, puedan tener la capacidad metabólica para la biorremediación hidrocarbúfera.

En suelos contaminados, existen microorganismos en forma natural, que poseen la capacidad metabólica de utilizar hidrocarburos como fuente de carbono y energía para su crecimiento (Singh, Kumari & Mishra, 2012) y numerosas cepas bacterianas capaces de degradar alcanos y otros. La mayoría de las especies pertenecen a Alfa, Beta y Gamma proteobacterias, la alcano 1 monooxigenasa AlkB es una enzima bacteriana clave para la biodegradación aeróbica, actuando en cadena con los transportadores de electrones reduciendo el alcano a alcohol mediante la ruta de biodegradación β -oxidación bacteriana (Rojo 2009; Wang & Shao 2013).

Palabras clave: Serranía del Aguaragüe, parque, biorremediación, pasivos ambientales, biodiversidad microbiana

Potencial actividad biocontroladora de bacteriófagos aislados de muestras ambientales, frente a cepas de *Escherichia coli* multirresistentes.

Valeria Sanz Cárdenas, Oscar Cárdenas Alegría, Adalid Alfaro Flores, María Teresa Álvarez Aliaga.

Área de Bioquímica Molecular - Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas «Dr. Luis Enrique Terrazas Siles» (IIFB), Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas (FCFB), Biotecnología Ambiental.

valezitasanz94@gmail.com

La resistencia bacteriana múltiples sustancias es un problema de salud pública a nivel mundial. En la actualidad, una alternativa a la terapia antimicrobiana es el uso de agentes biocidas, como ser el control biológico de cepas bacterianas con bacteriófagos.

Metodología: Los bacteriófagos se aislaron de muestras de agua y suelo mediante la técnica de filtración por membranas y tamizaje respectivamente. Las características morfológicas de los mismos fueron determinadas por Microscopía Epifluorescencia y Microscopía Electrónica de Transmisión. Por otro lado, se determinó el antibiotipo de las cepas de *E. coli* utilizadas en el estudio. Finalmente se determinó la relación

Bacteriófago: bacteria a través de una distribución de Poisson para determinar la capacidad infectiva.

Resultados: Se aislaron tres bacteriófagos F, C1 y D2; el último es de tipo filamentoso de longitud aproximada de 2000nm, probablemente perteneciente a la familia *Inoviridae*, tuvo mayor capacidad de infección y actividad lítica sobre las cepas de *E. coli* en comparación con los otros bacteriófagos.

Conclusión: Es el primer aislamiento de bacteriófagos reportado a nivel nacional.

Determinación de la capacidad de fijación de dióxido de carbono por musgos nativos del municipio de la paz a escala laboratotio

Alexnadra Ritta Alconz Montaña¹, Hutch Mike Miranda Montaña², Andrea Lorena Rey Ortiz³

Escuela Militar de Ingeniería, UPEA, Escuela Militar de Ingeniería

alexaalconz@gmail.com

El cambio climático es reconocido en estos tiempos cómo los problemas ambientales más complejos y que causan a la sociedad mayores desafíos a causa de la quema de combustibles fósiles emitiendo a la atmósfera una alta concentración de CO₂ donde la atmosfera se ve afectada. Los árboles actúan cómo gigantes sumideros de carbono, pero quedan insuficientes para la reducción de este gas de este modo se vio la importancia de estudiar a los musgos nativos del Municipio de La Paz para someterlos a diferentes concentraciones de CO₂. Se muestrearon los musgos en cuatro puntos del municipio de La Paz obteniendo los siguientes musgos: *Bryum*, *Campylopus* y *Leptodontium*. Para la prueba se utilizaron *Bryum*, *Campylopus* más el consorcio de ambos sometiéndolos al 0,037% y al 98% de CO₂, durante periodos de 1 hora con registros de intervalos cada cinco minutos y con 3 repeticiones por muestra. Teniendo por cada repetición 12 datos de esta manera para el cálculo de la capacidad de fijación se obtuvo sacando los promedios de cada género. Obteniendo los siguientes resultados: *Bryum* 0,970ton CO₂/m²año, *Campylopus* 0,943 ton CO₂/m²año y el consorcio 1,165 ton CO₂/m²año. Aplicándole análisis de ANOVA se terminó la diferencia entre los promedios de cada género y determinando el mejor promedio de las muestras que es el consorcio con 1,165 ton CO₂/m²año. De esta manera se comparó con la capacidad de fijación entre un árbol joven de 0,5 ton CO₂/m²año. Demostrando que el musgo puede fijar más CO₂ al año.

Palabras clave: Musgos, Cambio Climático, Árboles, Fijación, CO₂, ANOVA, *Bryum*, *Campylopus*, Consorcio

Técnicas de detección y métodos tratamiento de Arsénico, Plomo, Cadmio y Mercurio en cuerpos de agua: ventajas, desventajas y su aplicación para Bolivia.

Aliaga J^{1,3}, Tambo A^{1,3}, Mixto J^{1,3}, Guzmán A^{1,3}, Medrano B^{1,3}, Paucara C^{2,3}, González V^{1,3}

Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas¹, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ingeniería², Equipo iGEM Bolivia³

firstofthechildren35@gmail.com, and.andreatambo17@gmail.com, jlmixtocano@gmail.com, puccale9799@gmail.com, vsikskd@hotmail.com, camilicoquendo@gmail.com, vikirigo123@gmail.com

La minería en Bolivia, importante desde la época Incaica, se ha intensificado desde la época colonial hasta nuestros días, degradando el medio ambiente con abundantes descargas de metales pesados como Arsénico, Plomo, Cadmio, Mercurio y otros. Muchos de estos son tóxicos incluso a bajas concentraciones, tanto para humanos como para el medio ambiente. Ríos y lagos son los principales cuerpos hídricos afectados por la presencia de elevadas concentraciones de metales pesados, por ello su estudio es muy importante y ha motivado el desarrollo de diversas tecnologías. En ese sentido, el objetivo de esta revisión fue describir técnicas de análisis instrumental para la detección de Arsénico, Plomo, Cadmio y Mercurio y los métodos de tratamiento para cuerpos de agua contaminados, resaltando ventajas, desventajas y su aplicación para Bolivia; realizando una búsqueda de información actualizada en bibliotecas académicas virtuales.

Métodos de detección usualmente utilizados son: espectrométricos, electroquímicos y ópticos. Los biosensores representan una alternativa a los métodos analíticos convencionales, con sensibilidad comparable, fácil manejo, portátiles, económicos, pero con un rendimiento limitado por el entorno.

Entre los tratamientos de remoción de metales pesados destacamos los métodos fisicoquímicos y biológicos. Realizando una comparación entre estos; los métodos fisicoquímicos presentan una eficiencia de remoción del 60-90% para cadmio y plomo, menor que los métodos biológicos que alcanzan una eficiencia del 90%. Sin embargo, estos últimos precisan más tiempo para una completa remoción.

Finalmente proponemos que la aplicación de técnicas de detección y tratamiento con un enfoque biotecnológico en Bolivia pueden traer beneficios económicos y ambientales.

Palabras clave: metales pesados, técnicas de detección, métodos de tratamiento, biosensores

Variación en la remoción de los antibióticos trimetoprima y sulfametoxazol en bioreactores de lecho móvil MBBR con distintas cargas de carbono

Neyrot S.¹, Morales I.²

[1] Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia, [2] Unidad de Biología Molecular y Biotecnología/ Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia

smneyrot7@gmail.com

Los antibióticos son contaminantes emergentes, su liberación en el ambiente incrementa la resistencia a los mismos, generando problemas en la salud pública. En Bolivia, se ha determinado que sulfametoxazol (STX) y trimetoprima (TMP) son los dos antibióticos con mayor concentración en la cuenca Katari, la cual desemboca en el lago Titicaca (STX 63-14624 ngL⁻¹, y de nd- 4474 ngL⁻¹ de TMP). Por lo cual, es importante desarrollar técnicas para remover estos antibióticos del ambiente. En el presente estudio, se ha determinado eficiencia de remoción de STX y TMP, en bioreactores de lecho móvil MBBR, en agua sintética, con distintas cargas de carbono (94, 188, 282, 376, 470 mg/L), determinadas a partir de los datos de DQO de la cuenca Katari. Se validó un método de detección y cuantificación de trimetoprima y sulfametoxazol en muestras de agua sintética, utilizando cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) acetonitrilo: buffer acetato de sodio: agua (20:70:10 v/v), flujo de 0,85 mL/min a una temperatura de 40° C, pH 5,3. Las condiciones permitieron el crecimiento de biofilms, y se verificó su crecimiento mediante pruebas de cristal violeta y peso seco. Se vio la efectividad de remoción de DQO en paralelo a los dos fármacos, obteniendo eficiencias de remoción de STX y TMP mayores al 20%, siendo significativamente diferentes al control (STX p=0,00018; TMP p=0,0002). No se obtuvo una correlación entre la remoción de STX y la carga de carbono (r=-0,09991; p=0,3572). En el caso de TMP se obtuvo mayores eficiencias de remoción en los tratamientos con menores cargas de carbono.

Efecto del tipo de inoculación sobre la velocidad de formación de biopelículas en bioreactores mbbf (moving bed biofilm bioreactor)

Adrián Andrés Oblitas Valle (1) & Isabel Morales Belpaire¹ (2)

Unidad de Biotecnología Ambiental, Instituto de Biología Molecular y Biotecnología (IBMB), Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz – Bolivia.

(1) Handres727@gmail.com; (2) moralesbisabel@gmail.com

Los biorreactores de biopelículas de lecho móvil (MBBR), son reactores de tratamiento de aguas que utilizan portadores sólidos de polietileno sobre los que se desarrollan biopelículas. Poseen una mejor capacidad de tratamiento en comparación a otros sistemas convencionales. Un paso limitante para el adecuado funcionamiento de estos biorreactores es el desarrollo de la biomasa sobre los portadores por lo que, en el presente trabajo, se ha buscado establecer algunas condiciones que permitan un desarrollo más rápido de la comunidad microbiana. El estudio se realizó en dos fases. En la primera fase se utilizaron reactores “batch” y se comparó el desarrollo de las biopelículas bajo dos temperaturas diferentes y con dos tipos de medio de cultivo. En la segunda fase se utilizaron reactores de flujo continuo y se estudió el efecto de la utilización de algunos portadores que contenían biopelículas (“portadores semilla”) como inóculos. El desarrollo de las biopelículas se evaluó mediante tinción con cristal violeta y por determinación de la cantidad de proteína y de carbohidratos presentes en ellas. Las pruebas realizadas en reactores batch mostraron una relación significativa entre el desarrollo de biopelículas y la temperatura, y no así con el tipo de medio de cultivo utilizado. En las pruebas en reactores continuos, el uso de “portadores semilla” no mostró diferencia significativa respecto al uso de otras formas de inoculación, implicando que factores adicionales podrían ser determinantes en el desarrollo de la biomasa bajo condiciones de flujo continuo.

Micro héroes “ocultos” prosperando en los extremos de la vida: extremófilos del altiplano boliviano y su utilidad en la biorremediación de ambientes contaminados.

Paulas, L.^{1,6,7,*}, Villca, D.^{2,6,7}, Montaña-Sánchez, P.^{3,6}, Ocampo, M.^{4,6}, Cruz, J.^{5,6}, Alfaro, P.^{1,6,7} & T. Pozzo^{6,8}

¹Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Simón, ²Carrera de Ingeniería Química, Universidad Mayor de San Andrés, ³Carrera de Biología, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, ⁴Carrera de Bioingeniería, Universidad Simón I. Patiño, ⁵Carrera de Bioquímica, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, ⁶iGEM Bolivia, ⁷Microscopía Para Todos, ⁸Añaki

licy.el.pc@gmail.com, dannacentellas@gmail.com, montanosanchezpaola@gmail.com,
mayra.ocampo4795@gmail.com, jade.jvcd18@gmail.com, bioalftec@gmail.com, tania.pozzo@gmail.com.

(El orden de los correos es correspondientes al orden de los nombres de los autores)

Bolivia cuenta con importantes reservas de gas natural y minerales, en el Altiplano boliviano, las cuales se asocian con la contaminación por compuestos orgánicos y metales pesados. No obstante, dentro de estos ambientes contaminados, prosperan microorganismos extremófilos que son capaces de biocatalizar y biodegradar contaminantes. Si bien estos microorganismos presentan dicha potencialidad biotecnológica, en Bolivia su empleo es nulo debido a la deficiente sistematización de los recursos genéticos nativos, el estancamiento y la falta de aplicación del conocimiento científico. Por lo cual, realizamos un metaanálisis de la información primaria y secundaria sobre extremófilos nativos aislados en el Altiplano boliviano con facultad de biorremediación. Consecuentemente, se categorizó e identificó las tecnologías empleadas para un análisis de necesidades en función de las problemáticas ambientales locales. Se compiló 7 fuentes de información: 3 tesis y 4 artículos científicos. Los ambientes estudiados fueron aguas termales, drenajes de minas, lagos salinos, marismas y salares. Se identificaron estudios de 10 consorcios pertenecientes a la familia *Desulfobacteraceae* y 13 cepas microbianas de las cuales sólo 8 fueron identificadas hasta nivel de género y tan solo 4 secuencias se encuentran disponibles para análisis bioinformáticos. Estos se clasifican como 12 halófilos, 2 termófilos y 9 acidófilos capaces de biocatalizar metales pesados como Plomo, Cadmio, Zinc, Hierro (II), Arsénico y Cobre; y biodegradar compuestos orgánicos como hidrocarburos lineales y aromáticos. Este análisis se propone como el primer paso de la sistematización de los recursos genéticos nativos estudiados pues muestra al Altiplano boliviano como un reservorio atractivo para la biorremediación.

Palabras clave: Altiplano boliviano, biorremediación, extremófilos, recursos genéticos.