

# ***Biotecnología Industrial***

## Investigación en química de alimentos y su perspectiva a nivel internacional

*Peñarrieta, J. Mauricio PhD.*

Universidad Mayor de San Andrés UMSA

[jmpenarrieta1@umsa.bo](mailto:jmpenarrieta1@umsa.bo)

El grupo de Investigación en Química de Alimentos de la Carrera de Ciencias Químicas de la Universidad Mayor de San Andrés ha venido desarrollando investigaciones en la determinación de antioxidantes y compuestos activos en alimentos de Bolivia, trabajo reflejado en varias publicaciones internacionales y nacionales, identificando y cuantificando los compuestos responsables de actividad biológica por técnicas cromatográficas (HPLC y GC) y métodos espectrofotométricos específicos para la determinación de antioxidantes y compuestos fenólicos en alimentos, tales como FRAP (Ferric Reduction Antioxidant Power), ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid),] Folin-Ciocalteu entre otros.

En los últimos años el equipo, ha extendido la investigación en propiedades macromoleculares funcionales y gracias a la cooperación sueca, con quien viene trabajando desde hace más de 15 años, se ha logrado instalar un equipo Asymmetrical Flow Field Flow Fractionation (AF4) único en Sudamérica para el estudio de macromoléculas.

Con los resultados de estas investigaciones, tanto en el campo del contenido de antioxidantes en alimentos de Bolivia y el estudio de macromoléculas, se desarrollaron diferentes fórmulas y tipos de formulación en alimentos con altas propiedades, incrementando un valor agregado a estos alimentos bolivianos. Todo el proyecto es multidisciplinario que incluye a las comunidades originarias campesinas productoras asesoradas por agrónomos y biólogos garantizando una producción sostenible y amigable con el medio ambiente.

Con todos los resultados mencionados, en colaboración con la empresa sueca de alimentos funcionales aventure [www.aventureab.com](http://www.aventureab.com) y la Universidad de Lund, se formó una empresa Boliviana Sueca: SweBol Biotech [www.swebol.com](http://www.swebol.com) y es hasta el momento, el mejor ejemplo de este exitoso proceso: El concepto comercial de SweBol es desarrollar y comercializar productos tecnológicos en alimentos, con comercio justo, con un alto valor nutritivo para los mercados locales e internacionales. Uno de los resultados de SweBol es una bebida a base de quinua (Quiny), que actualmente se encuentra bajo patente nacional internacional.

## **Estrategias en el proceso de fermentación aplicada a la elaboración de cerveza a nivel industrial**

*Contreras, Rolando*

Docente Facultad de Ingeniería Cervecería Boliviana Nacional – Anheuser-Busch InBev

[rmcontre@cbn.com.bo](mailto:rmcontre@cbn.com.bo)

La presente temática busca presentar al público en general, una breve descripción del proceso de elaboración de cerveza a partir de los granos malteados de cebada y granos desgerminados de maíz. A partir de variedad de investigaciones, la presente propuesta expondrá las diferentes estrategias empleadas de forma industrial en el proceso de fermentación, con el objetivo de optimizar y mejorar parámetros de conservación del producto final de forma natural, minimizando la cantidad de conservantes y aditivos que actualmente se emplean en las diferentes industrias cerveceras del país. Finalmente, se desea destacar la importancia del trabajo que se desarrolla en los centros de investigación y las diferentes herramientas con las que se cuenta actualmente para impulsar este tipo de exploraciones que conducen a mejorar el escenario industrial en el contexto boliviano.

## Surface response analysis for establishment of optimal process conditions for simultaneous production for biomass and extracellular biopolymer from pretreated brewery residues by *Candida maltosa* fermentation

Vidal Flores-Copa<sup>1</sup>, Luis Romero-Soto<sup>1,2</sup>, Danitza Romero-Calle<sup>3</sup>, María Teresa Alvarez-Aliaga<sup>3</sup>, Carlos Martín<sup>4</sup>, Felipe Orozco-Gutierrez<sup>5</sup>, Jose Vega-Baudrit<sup>5</sup>, Cristhian Carrasco<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos, Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universidad Mayor de San Andrés, <sup>2</sup>Division of Biotechnology, Lund University, <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, <sup>4</sup>Department of Chemistry, Umeå University, <sup>5</sup>National Nanotechnology Laboratory, National Center for High Technology.

[cristhian.carrasco@gmail.com](mailto:cristhian.carrasco@gmail.com)

*Candida maltosa*, a yeast widely used in bioremediation processes of n-alkanes, was used to produce biomass and exopolysaccharides from clarified brewery residues in a fermentation process. The optimal fermentation conditions were identified through a surface response analysis. Two variables were used at two different levels: agitation speed at 100 and 200 rpm and aeration at 1 and 3 L/min. Aeration was identified to be an important condition for both the production of biomass and exopolysaccharide, while agitation was the sole enhancing condition for biopolymer production. The optimal conditions for both biopolymer and biomass production were found to be 150 rpm and 2 L/min, which according to the surface response analysis would yield biopolymer and biomass concentrations of 2.13 and 12.6 g/L, respectively. The biopolymer was further characterized using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM) and Thermo Gravimetric Analysis (TGA). FTIR analysis allowed the identification of representative functional groups, like methyl, carbonyl ester, sulphate, as well as the presence of uronic acids and glycosidic bonds. TGA analysis revealed that the produced biopolymer is able to retain water up to relatively high temperatures, which would make it suitable for production of hydrogels. Additionally, SEM showed that the biopolymer can easily form a film, which confirms its potential for formation of hydrogels.

**Keywords:** biomass production; *Candida maltosa*; biopolymer production; brewery residues: statistical optimization.

## Desarrollo y evaluación sensorial de un suplemento de hierro para mujer a partir de proteína de suero de leche

*Heidi Lorena Ferrari Audiverth*

Instituto de tecnología de alimentos, Centro de Ciência e qualidade de Alimentos

[heidyferrari@usp.br](mailto:heidyferrari@usp.br)

La deficiencia de hierro (Fe) causa deterioro en el rendimiento físico, fatiga crónica, poca energía y palidez en las mujeres, siendo objeto de estudio continuo. Además de la biodisponibilidad, es deseable que un suplemento de hierro tenga propiedades sensoriales de aceptabilidad para promover una mayor adherencia al tratamiento. Los péptidos unidos al hierro se consideran una alternativa para reemplazar las sales de hierro al aumentar su estabilidad y especialmente la biodisponibilidad. El objetivo de este proyecto fue desarrollar una formulación seca, soluble en agua con una concentración adecuada de hierro para mujeres de 18 a 49 años para el tratamiento profiláctico de la deficiencia de hierro. La preparación de la formulación comenzó con el fraccionamiento del hidrolizado enzimático de las proteínas del suero por ultrafiltración (MM <5 kDa), seguido de la reacción de los péptidos más pequeños con Fe (a partir de sulfato ferroso) para obtener complejos de Fe-péptido. Finalmente, los complejos se secaron por pulverización usando maltodextrina y povidona como material de pared. Se utilizaron micropartículas en el desarrollo de formulaciones en polvo para bebidas instantáneas. Las formulaciones se envasaron en sobres (9 g) con una concentración de hierro elemental de 14 mg por unidad para disolverse en 100 ml de agua, dependiendo de la ingesta diaria recomendada (RDI). A través de un panel entrenado en la agudeza sensorial de cinco jueces, se seleccionaron los sabores de mandarina, fresa y chocolate. Las muestras se sometieron a una caracterización de aceptación físico-química, microbiológica y sensorial. Las formulaciones secas mostraron un contenido de hierro que oscilaba entre 1,23 y 1,37 g/100 g de polvo y actividad de agua entre 0,45 y 0,46. El pH y Brix fueron más altos para el sabor del chocolate, siendo 8.44 y 4.6, respectivamente, así como el valor de acidez más bajo de 0.70 mL/g. Los análisis microbiológicos mostraron que el polvo era seguro. Las bebidas fueron evaluadas por 121 mujeres para determinar su aceptabilidad general, en particular su apariencia, olor, sabor y sensación en la boca utilizando una escala hedónica de nueve puntos y un análisis descriptivo CATA (Check All That Apply). Las intensidades de los principales atributos de las muestras se evaluaron utilizando una escala ideal de cinco puntos. La bebida con sabor a mandarina que contiene hierro quelado obtuvo mejores resultados en la aceptación por parte de los consumidores y, por lo tanto, un mayor potencial para su uso como suplemento de hierro con una buena posibilidad de adherirse al consumo. De esta manera, el hierro ferroso en su forma quelada con péptidos de suero con alta biodisponibilidad se transmitió como un polvo para bebida soluble en agua, siendo el sabor a mandarina preferido por las mujeres de este estudio.

**Palabras llave:** Bebida instantánea; Fuente de hierro; Anemia por deficiencia de hierro; Sabor metálico.

## Obtención de exopolisacáridos a partir de bacterias halotolerantes provenientes del Salar de Uyuni (Bolivia)

Diego Miranda<sup>1,\*</sup>, Jenny Lundqvist<sup>2</sup>, Carlos Martín<sup>2</sup>, Cristhian Carrasco<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos, Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universidad Mayor de San Andrés, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Umeå University.

[miranda.diego.a@gmail.com](mailto:miranda.diego.a@gmail.com)

El presente trabajo describe el comportamiento de algunas bacterias productoras de biopolímeros recolectadas del Salar de Uyuni, relacionando parámetros que pudieran afectar sinérgicamente su crecimiento y la producción de exopolisacáridos (EPS). Se determinó que la bacteria SU4M (no identificada) presentó un mayor crecimiento por lotes y producción de EPS al compararla con otras dos bacterias (SC2A y SU4A(a)) - identificadas posteriormente como *Bacillus subtilis* y *Bacillus velezensis*. Utilizando la cepa SU4M, se estudió: 3, 4, 5, 6 y 7 (% p/V) de NaCl; pH de 4,5; 5,5 y 6,5; relación entre porcentaje de aire y volumen en la fermentación con 35, 50, 60 y 75 (% v/v); además de la concentración de glucosa (5, 10 y 20 g/L). Se incluye un diseño experimental y cinética específica asociados a la optimización en la producción de EPS por parte de SU4M, en la cual a través de un diagrama específico para el crecimiento microbiano, se pudo observar que la relación de volumen entre airesustrato tiene mayor efecto sobre la cinética microbiana, además de una alta influencia de NaCl y la combinación de ambos factores, indicando una alta dependencia de al menos dos de los tres factores involucrados en el bioproceso. Determinándose que la concentración de NaCl (4%, p/V) fue la más idónea respecto al máximo crecimiento y producción de EPS, además de un pH de 6,5 y 75(% v/v) de aire en el medio para la producción acelerada del EPS. Se realizó la separación del EPS obteniéndose un liofilizado final de 927,6 mg/L de EPS después de la primera optimización.

**Palabras clave:** Halotolerante, exopolisacárido, cinética específica.

## **Mejora en la efectividad de la enzima modificada Alfa-Amilasa-Mg aislada de *Aspergillus oryzae***

*Jorge Fabio Yaniquez Vedia , Patricia Mollinedo.*

Carrera Ciencias Químicas -FCPN – UMSA

[pattymollinedo@gmail.com](mailto:pattymollinedo@gmail.com)

La estructura de la enzima  $\alpha$ -amilasa de *Aspergillus oryzae* fue modificada por el cambio de cofactor, sustituyendo los iones calcio periféricos por iones magnesio. Los parámetros fisicoquímicos de actividad máxima para la reacción de hidrólisis de la  $\alpha$ -amilasa Mg se establecen a valores de pH ácidos y temperatura moderadas 30-55 °C. En procesos de hidrólisis de almidones la enzima  $\alpha$ -amilasa Mg modificada alcanza su mayor actividad a un pH de 5, temperatura de 50°C y una concentración de 5,6U/ mL sobre un sustrato de almidón preparado al 2% de concentración.

El cambio de cofactor afecta al mecanismo de hidrólisis. La enzima modificada muestra una mayor velocidad de reacción a concentraciones mayores a 4U/mL , comparadas con la enzima original, y una correlación lineal entre la actividad, concentración de enzima y sustrato.

La enzima modificada fue probada sobre varios sustratos; los resultados muestran que la enzima modificada es más eficiente sobre el almidón de Papa negra y Papalisa que sus deshidratados. Debido al cambio en la proporción de amilosa y amilopectina en el proceso de deshidratación y secado, se muestra que a mayor % de amilosa la enzima modificada es más eficiente en el corte de enlaces glicosídicos 1-4. La comparación de los resultados entre el método amiloclástico y sacarimétrico, muestra un incremento de la calidad del jarabe de glucosa. Igualmente, esta enzima es más eficiente que la enzima original en el proceso de obtención de jarabe de glucosa, influyendo en la calidad del jarabe con valores entre 80 y 90 DE en las muestras de Tunta e Isaño negro.

Finalmente, de acuerdo a la evaluación sacarimétrica se encontró que la mejor proporción de las enzimas es 1:1 de  $\alpha$ -amilasa Mg y enzima comercial para el proceso de obtención de jarabe de glucosa.

## Recombinant Technology: A Bolivian-Swedish experience.

*Daniel Martin Salas-Veizaga<sup>1,2</sup>; Javier A. Linares-Pastén<sup>1</sup>; Cristhian Carrasco<sup>3</sup>; Rodrigo Villagomez<sup>4</sup>; Alicia Gil-Ramirez<sup>4</sup>; Irene Rodriguez-Meizoso<sup>4</sup>; Carl Grey<sup>1</sup>; Elizabeth E. Gudmudsdottir<sup>5</sup>; Gudmundur O. Hreggvidsson<sup>5</sup>; Abhishek Bhattacharya<sup>6</sup>; Henrik Stålbrand<sup>6</sup>; Patrick Adlercreutz<sup>1</sup>; María Teresa ÁlvarezAliaga<sup>2</sup>; Eva Nordberg-Karlsson<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Biotechnology, Department of Chemistry, LU, Sweden. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, FCFB, UMSA, Bolivia.

<sup>3</sup>Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos, FI, UMSA, Bolivia. <sup>4</sup>Centre of Analysis and Synthesis, Department of Chemistry, LU, Sweden. <sup>5</sup>Matis Ohf, Reykjavik, Iceland. <sup>6</sup>Biochemistry and Structural Biology, Department of Chemistry, LU, Sweden.

[danielsalas.bo@gmail.com](mailto:danielsalas.bo@gmail.com)

Recombinant protein production is a biotechnology tool that has multiple applications in food industry, environment, health, diagnosis, biorefineries, energy, etc. Unfortunately, the development of this technologies in Bolivia is still limited, despite the fact that Bolivia possess most of the resources (human and natural) to develop it. Here, we described an experience performed in collaboration with Lund University (Sweden); producing recombinant xylanases from *Clostridia* strains isolated in Bolivia, with the purpose of produce xylooligosaccharides (XOs) from Quinoa stalks glucuronoarabinoxylan (GAX). *Clostridia* strains were isolated in 2005 showing a capacity to growth in xylan as only carbon source. Almost 10 years later, we had the chance to look into their genome, mining for sequences of xylan-codifying enzymes. We found 16 candidate xylanases between both strain genomes, cloning 10 and, successfully producing three *E. coli* recombinant fully active and biochemically characterized enzymes. After production and purification, we characterize a Glycoside Hydrolase from family 43, a bifunctional acetyl xylan esterase and a strict endoxylanase with yet unknown classification. These xylanases were tested catalyzing quinoa stalks GAX as substrate, proven an effective XOs production (xylotriase and xyloetraose). XOs that can be used as prebiotics in food industry for probiotic bacteria growth and further host health improvement. In conclusion, we were able to utilize recombinant technology for producing enzymes with biorefinery interest. Enzymes discovered in Bolivian bacterial strains and tested in substrates that can also be extracted from agricultural residues generated from quinoa, a Bolivian crop.

**Key words:** Recombinant technology, xylanases, *Clostridia* spp., glucuronoarabinoxylan, quinoa stalks, xylooligosaccharides.



## Vías de obtención de grafeno y posibles usos en Biotecnología.

*Bryam Rudy Pedrazas Vargas<sup>1</sup>, José Omar Arzabe Maure*

<sup>1</sup>Depto. de Química., Facultad de Ciencias y Tecnología., Universidad mayor de San Simón.

[brayam1992@hotmail.com](mailto:brayam1992@hotmail.com)

El carbono es el cuarto elemento más abundante del mundo (después del hidrogeno, helio y oxígeno). El grafeno es un material que combina una gran cantidad de propiedades que no se dan juntas en cualquier otro compuesto. Significa que es capaz de mejorar por completo las condiciones de cualquier superficie donde se aplique.

En el presente trabajo se propone la obtención de grafeno a partir de varias fuentes de carbono (gas o solido) presente en los yacimientos de Bolivia. Tomando en cuenta dos métodos: Deposición química de vapores y la reducción química del carbón. Analizando las ventajas y desventajas que pueden llegar a presentar cada uno de los métodos mencionados.

La deposición química de vapor del grafeno se basa en la descomposición térmica de un hidrocarburo gaseoso. Usando como sustrato metálico al cobre que sirve como soporte para que proceda la deposición. Para poder sintetizar grafeno a partir de una fuente de carbono mediante el método de reducción química, es necesario primero oxidar las láminas del grafito y agregar grupos funcionales entre capa y capa con el fin de separarlas.

Al caracterizar los productos, se realiza una evaluación en conjunto para las posibles aplicaciones, como la reducción del impacto ambiental de las actividades industriales, desarrollando nuevos productos o mejorando los medios, tratando de corregir los desequilibrios causados en el medio ambiente, que alteran los ecosistemas naturales mediante contaminación química o biológica, tomando en cuenta las propiedades teóricas que presenta el grafeno.

## INVESTIGACIÓN SOBRE FORMULACIÓN DE ENGOBES PARA LA APLICACIÓN EN LADRILLOS CARAVISTA

*Carolina Rojas Rea<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ingeniera Química, Universidad Mayor de San Simón

[carito\\_r09@hotmail.com](mailto:carito_r09@hotmail.com)

El engobe tiene la función de cubrir y homogeneizar la superficie de la baldosa. Una formulación adecuada del mismo permitirá aislar al soporte de la acción de partículas contaminantes, minimizando los problemas de tono que pueda ocasionar las variaciones del soporte.

En la actualidad existen varias fábricas de cerámica, se vio por conveniente desarrollar un Engobe, este es uno de los insumos más importantes para la producción. Hasta el día de hoy todo el engobe consumido en nuestro país es importado, lo cual provoca que los costos de producción se eleven.

En primera instancia se realizó una caracterización de arcillas disponibles en la región esta tarea es la más complicada del proceso de fabricación de engobe, para poder seleccionar la más apta de todas fue necesario conocer la reacción individual de cada una en las condiciones de trabajo.

Una vez encontrada la arcilla idónea, se la integró al resto de materiales que componen un engobe. Estas primeras composiciones se formularon en función a una receta base planteada.

Después de verificar su funcionalidad en crudo, se pasó a las pruebas de análisis térmico, para comprobar su compatibilidad con el soporte y el esmalte a través de los cambios que sufrirá la baldosa en el horno.

Se realizaron pruebas en el laboratorio y se compararon estos con los costos de los engobes importados, observándose una favorable diferencia que insinúa a invertir en un emprendimiento de este tipo.

**POTENCIAL METABOLICO DE LA HALOFILA *Yangia* sp.  
PARA LA COPRODUCCION DE BIOPOLIMEROS ENDO (PHB)  
Y EXTRACELULARES (EPS) A PARTIR DE DIVERSOS SUSTRATOS**

*Luis Romero-Soto<sup>1,2,\*</sup>, Cristhian Carrasco<sup>1,\*</sup>, María Teresa Alvarez-Aliaga<sup>3</sup>, Rajni Hatti-Kaul<sup>2</sup>, Tarek Dishisha<sup>2</sup>, Doan Van-Thuoc<sup>4</sup>, Reuben Maghembe<sup>5</sup>*

<sup>1</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos, Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universidad Mayor de San Andrés, P.O. Box 12958, La Paz, Bolivia, <sup>2</sup> Division of Biotechnology, Lund University, P.O. Box 124, SE-221 00, Lund, Sweden, <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia <sup>4</sup> Department of Biotechnology and Microbiology, Universidad Nacional, Hanoi, Vietnam, <sup>5</sup> Department of Molecular Biology and Biotechnology, University of Dar es Salaam, Tanzania

[lars.biotech@gmail.com](mailto:lars.biotech@gmail.com)

La producción de biopolímeros que posean características fisicoquímicas y mecánicas que les permitan reemplazar a los polímeros tradicionales (obtenidos a partir de procesos petroquímicos, con alto impacto negativo sobre el medio ambiente) es una corriente biotecnológica de continuo crecimiento. Actualmente, el mayor obstáculo en estas líneas de investigación es el componente económico, razón por la cual explorar el potencial de microorganismos para desarrollar bioprocesos factibles es de vital importancia. Dentro de los mencionados biopolímeros, los endocelulares y extracelulares tienen aplicaciones diametralmente opuestas, siendo los primeros los candidatos a reemplazar a los plásticos tradicionales, mientras que los segundos hallan sus aplicaciones en campos tan diversos como la industria alimenticia o la farmacéutica. Es por eso que al hallar microorganismos que posean el potencial fisiológico para metabolizar ambos, es necesario estudiar a fondo dicha capacidad para, en principio, hallar las condiciones óptimas para la producción de cada uno, lo cual sienta bases para posteriormente analizar un posible salto a su producción industrial. En este tipo de corrientes de investigación, es posible que el microorganismo requiera condiciones demasiado específicas para su crecimiento, haciendo inviable su industrialización, en cuyo caso la solución es el identificar y aislar los mecanismos que le permiten producir los biocompuestos de interés, y por medio de ingeniería genética transferir dichos mecanismos a microorganismos cuyo cultivo sea más simple/viable. Es también posible que puedan desarrollarse bioprocesos específicos para aprovechar el microorganismo, esto es cierto precisamente para microorganismos halófilos. En cualquier caso, el estudio inicial permite decidir el camino a seguir.

## Viviendo a más de 3800 m de altura: extremófilos de ardientes reservorios del altiplano boliviano y su potencial en biocombustibles.

Calvo, A. 1, 2, 5, \*, Alfaro, P. 3, 5, Paulas, L. 3, 5, Claire, D. 4, 5 & T. Pozzo 5

<sup>1</sup> Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca <sup>2</sup> Ingeniería de Sistemas, Universidad Privada Domingo Savio

<sup>3</sup> Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Simón <sup>4</sup> Colegio María Laura Justiniano <sup>5</sup> iGem Bolivia

[adrianacc.bueno@gmail.com](mailto:adrianacc.bueno@gmail.com), [bioalftec@gmail.com](mailto:bioalftec@gmail.com), [licy.el.pc@gmail.com](mailto:licy.el.pc@gmail.com), [Lightzamasu@gmail.com](mailto:Lightzamasu@gmail.com), [tania.pozzo@gmail.com](mailto:tania.pozzo@gmail.com).

Existe un creciente interés por la obtención y producción de biocombustibles, pues las problemáticas ambientales relacionadas al uso no-sostenible de suministros finitos de combustibles fósiles son un problema apremiante. En las últimas décadas, se estudiaron ambientes extremos del Altiplano boliviano, donde se encontraron organismos termófilos con alto potencial para la producción de biocombustibles, entre ellos bioetanol. Lamentablemente, estos estudios no son divulgados y se encuentran estancados en fuentes de información secundaria dificultando la visibilidad de estos microorganismos y tecnologías como opciones de energía renovable. En este trabajo realizamos un barrido de información primaria y secundaria de microorganismos nativos con potencialidad para la producción de biocombustibles. Posteriormente, se categorizó las tecnologías y recursos genéticos utilizados según su rendimiento de producción a partir de diferentes materiales renovables. De 3 tesis de grado y 4 artículos científicos se lograron aislar, de múltiples reservorios de aguas termales en Potosí, 3 consorcios termófilos, 1 cepa bacteriana termófila (*Caloramator boliviensis* 45BT) y 3 cepas de hongos termotolerantes. Las fuentes de alimento de mayor utilización fueron la hidrolización de residuos orgánicos de lignina y celulosa superándose frente a los sintéticos. La fermentación continua en biorreactores se muestra como una de las técnicas de mayor rendimiento al utilizar materia prima orgánica renovable. Bolivia posee una gran diversidad de recursos genéticos y ambientales para futuros y continuos estudios de producción de biocombustibles; visibilizar sus potencialidades abre grandes puertas para mayor investigación en campo uso de microorganismos extremófilos hacia la energía renovable.

**Palabras clave:** microorganismos, extremófilos, termófilos, biocombustibles, bioetanol, energía renovable.

## Producción de Etanol mediante vías caseras de Fermentación

*Brenda Cruz Benavent, Agustina Flores Rodriguez, Francisco Herbas Roldan, Alicia Oliva Gutierrez, Fabián Rodriguez García.*

Universidad Católica Boliviana San Pablo Ingeniería en Biotecnología

[brendamariola@hotmail.com](mailto:brendamariola@hotmail.com), [agustinafrgt@gmail.com](mailto:agustinafrgt@gmail.com), [iscoherbas@gmail.com](mailto:iscoherbas@gmail.com), [alioligut@gmail.com](mailto:alioligut@gmail.com), [flrg7849@gmail.com](mailto:flrg7849@gmail.com)

Desde el descubrimiento de los procesos fermentativos, los métodos de producción de alcohol se fueron innovando hasta pasar a manos de la industria. En la presente investigación analizamos la concentración adecuada de azúcar de caña para la producción de etanol mediante vías caseras de fermentación. El experimento consistió en la implementación de cuatro ensayos, cada uno con diferentes concentraciones de azúcar (40g, 50g, 60g, 70g) y 2g de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). El volumen de cada solución fue de 2 L, teniendo un total de tres repeticiones por ensayo; las condiciones de temperatura fueron entre 25°C y 28°C. El tiempo de fermentación fue de 31 días, habiéndose registrado la densidad al inicio y final del experimento. La estimación de la concentración de alcohol fue realizada mediante la fórmula estandarizada ABV (Alcohol by volume). Los resultados indicaron un incremento positivo y relativamente exponencial entre la concentración de azúcar y el alcohol obtenido; habiéndose generado 0.526 % ( $\pm 0.132$ ) de alcohol con la concentración de 40g, y 1.490 % ( $\pm 0.076$ ) para 70g de azúcar. Por lo que, bajo las condiciones de producción aplicadas en este experimento podemos afirmar que la concentración de azúcar afecta de manera directa a la producción de alcohol de la fermentación.