

## CIENCIA, TECNOLOGIA Y LITIO EN BOLIVIA

**Saul J. Escalera, Ph.D.**

[sjescalera@yahoo.com](mailto:sjescalera@yahoo.com)

Abril 7, 2012

Durante el pasado mes de Marzo el tema del aprovechamiento de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni ha sido analizado extensamente. En efecto, muchos han sido los artículos publicados por la prensa especializada, así como han sido varias las conferencias académicas nacionales y regionales en relación a la forma cómo Bolivia está llevando a efecto el proceso de industrialización del litio del salar de Uyuni. Pero, en estas publicaciones ha surgido una situación de profunda controversia entre dos bandos.

Por una parte, el grupo del gobierno CCII-REB de COMIBOL de evaporitas, mediante su vocero Ing. Echazú ha publicado extensos artículos que en resumen dice: “ante una agresiva campaña de desprestigio y de desinformación sobre el proyecto de explotación e industrialización del litio, corresponde aclarar y explicar algunos criterios vertidos con base en suposiciones absolutamente alejadas de la verdad”. Luego procede a explicar las seis “falacias” que, según él, han sido proferidas por algunos detractores del trabajo realizado por el grupo CCII-REB, y enfatiza que “el proceso no es copia de ningún otro y resulta de una combinación del proceso clásico y una serie de procesos químicos sucesivos que mostraron una recuperación mucho mayor así como una viabilidad técnica y económica”. (<http://www.plataformaenergetica.org/content/3258>).

Por su parte, el Dr. Zuleta (Ph.D. Economía, USA) ha replicado en forma vehemente diciendo: “el gerente de recursos evaporíticos Echazu en su explicación no proporciona mayores elementos técnicos ni económicos que permitan al menos visualizar los logros concretos al que se refiere. Tampoco brinda información alguna sobre el supuesto trámite de 8 patentes – mencionadas desde fines de 2010 – que avalen la novedad del proceso boliviano. Si en verdad existe tal cosa, me pregunto: ¿Cuál es el temor en dar a conocer un resumen de cada una de las supuestas 8 patentes, tal como se procede regularmente en un trámite de esta naturaleza, por ejemplo, en la Oficina Nacional de Patentes de Estados Unidos?”. (<http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/analisis-y-opinion/50944-litio-la-falacia-de-las-falacias.html>).

El presente artículo no versará sobre los comentarios de ida y vuelta que han proferido ambos bandos en discrepancia – Ing. Echazu vs. Dr. Zuleta – sino que abordará el tema de la producción boliviana de carbonato de litio y del cloruro de potasio, únicamente desde el punto de vista científico y técnico, con el propósito de analizar si en verdad los bolivianos somos capaces de manejar adecuadamente la ciencia y la tecnología para desarrollar procesos y productos innovadores en base a nuestros recursos naturales, especialmente el litio y potasio del Salar de Uyuni.

### **1. Intentos de Desarrollo de Tecnología para el Litio en Bolivia.**

En Bolivia existen dos grupos que en los últimos años se han dedicado a la creación de la tecnología apropiada para la producción de carbonato de litio exportable y cloruro de potasio grado fertilizante. Estos grupos son: CCII-REB de COMIBOL fuertemente financiado por el gobierno nacional, y el grupo Technikum-UATF de la Universidad Autónoma Tomás Frías de Potosí, con apoyo académico-científico de la Universidad Técnica “Academia de Minas de Freiberg” de Alemania, que trabaja sin apoyo financiero del gobierno nacional. Veamos los logros tecnológicos obtenidos por cada uno de los grupos mencionados.

### ❖ Grupo CCII-REB de la GNRE-COMIBOL.

El año 2008 el Gobierno Nacional conformó una Comisión Científica llamada CCII-REB de técnicos bolivianos bajo la supervisión del Ing. Echazú de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) de COMIBOL para desarrollar el proceso tecnológico de recuperación del litio y potasio del salar de Uyuni con financiamiento de \$US 5,7 millones del Gobierno Nacional.

Por dos años existió un total hermetismo sobre el trabajo del grupo CCII-REB, y los expertos no tuvimos acceso a los resultados de sus experimentos, hasta que en el II Seminario Interno realizado en Septiembre de 2010 en La Paz, este equipo técnico presentó su primer informe titulado: “Avances en el procesado, tratamiento y análisis de las salmueras del Salar de Uyuni” ([www.evaporiticobolivia](http://www.evaporiticobolivia)). Posteriormente, en Marzo 2012 por invitación de CODEPANAL-La Paz, el Ing. José Bustillos, Director de Investigación y Desarrollo de la GNRE presentó la conferencia titulada “Avance en la Industrialización de los Salares de Bolivia” sobre el trabajo del grupo CCII-REB en 4 años y que costó al Gobierno Nacional \$US 17 millones para desarrollar el proceso de producción de carbonato de litio y cloruro de potasio grado fertilizante. Este documento fue difundido por el Dr. Ricardo Angel Cardona ([rancardo@yahoo.es](mailto:rancardo@yahoo.es)) de CODEPANAL.

Analizando los datos informados por el Ing. Echazú el año 2010 y la del Ing. Bustillos este año 2012, vemos que no ha habido avances sustanciales en los procesos desarrollados por el grupo CCII-REB, porque después de dos años se repiten los mismos datos técnicos. La presentación del Ing. Bustillos fue muy general, sin detalles en las operaciones unitarias utilizadas en los flujogramas de proceso para el litio y para el potasio, tal como un experto debe dar.

En el caso específico del proceso de producción de carbonato de litio informado por el Ing. Bustillos, encontramos que es una copia del proceso chileno que es tradicional en el mundo. Por otro lado, en la operación de flotación de la silvita a partir de la silvinita Bustillos no indica qué tipo de colector (catiónico o aniónico), con cuantos carbones de composición, cual es el tamaño de grano de las partículas; a qué pH se opera; que espumante se utiliza, etc. etc. Tampoco indica la pureza del KCl producido en la espuma (calidad), ni la recuperación obtenida (cantidad). Todos estos datos nunca son considerados como: “secreto industrial” y son dados con orgullo por todos los que somos realmente ingenieros expertos para demostrar con orgullo que lo que estamos haciendo es bueno, y mejor que otros.

También debe preocuparnos las bajas recuperaciones obtenidas en el proceso desarrollado por el grupo CCII-REB, y que son: 35% para el carbonato de litio y 75% para el cloruro de potasio. En nuestra opinión, estas recuperaciones son muy pobres para ambos productos, porque en el caso del carbonato de litio Chile obtiene recuperaciones mayores al 50%. En el caso del cloruro de potasio el autor de este artículo ha obtenido 90% de recuperación del potasio por el proceso de flotación con colector de amina primaria y promotor óxido de amina [US Patent No. 4.325.821, Abril 20, 1982, inventor Saul J. Escalera].

### ❖ Grupo Technikum-UATF de Potosí.

Aprovechando un Convenio que data de los años 60 y ratificado en 1999 entre la Universidad Técnica “Academia de Minas de Freiberg (UT.de Freiberg) – R.F. de Alemania y la Universidad Autónoma “Tomás Frías” (U.A.T.F) de Potosí, en Marzo de 2008 se suscribe el documento: “Programa de Trabajo para el Proyecto Salar de Uyuni – UATF”. Para este efecto, se conformó el grupo Technikum-UATF, con personal especializado de la UATF de Potosí, y apoyo científico de la U.T. Academia de Minas de Freiberg de Alemania.

Desde entonces, el grupo Technikum–UATF ha estado trabajando sobre una “Estrategia de aprovechamiento integral de los recursos naturales del salar de Uyuni”. Este emprendimiento tiene un presupuesto económico muy reducido enteramente universitario, porque el Gobierno Nacional no ha mostrado ningún interés de financiar este esfuerzo de desarrollo científico y tecnológico de la UATF que quiere contribuir al desarrollo integral del salar de Uyuni.

El pasado mes de Febrero 2012 el Dr. Jaime Claros – responsable boliviano del grupo Technikum–UATF – ha difundido el informe titulado: “El Litio del Salar de Uyuni: Innovación-Tecnología-Explotación” y publicado por [WWW.CODEPANAL.ORG](http://WWW.CODEPANAL.ORG), con el título: “INFOCODEPANAL: Litio Boliviano. Aporte de la UATF-POTOSÍ”. En este documento se informa que los principales resultados obtenidos hasta la fecha por el grupo Technikum–UATF son los siguientes: (a) se ha diseñado y construido de conos de evaporación intensiva, que han permitido lograr una velocidad de evaporación de 80 a 120 litros de agua/día-cono, en condiciones normales del Salar de Uyuni y laboratorios de la UATF en Potosí; (b) empleando una misma superficie de exposición al aire y un mismo volumen de salmuera bruta, el cono de evaporación intensiva necesita solo una décima parte del periodo que emplea una piscina de evaporación tradicional, para lograr una cosecha de salmuera concentrada; (c) estos conos de evaporación intensiva logran elevar de 0,5 a 12 gramos de litio por litro de salmuera concentrada, obteniéndose además cristales con alto grado de pureza de cloruro de sodio y cloruro de potasio (ver: <http://www.plataformaenergetica.org/content/381>).

En pruebas de laboratorio, venciendo toda resistencia de separación del magnesio y sulfatos complejos, se ha obtenido carbonato de litio de más y menos 90 % de pureza y una recuperación que ya redondea el 50 % y los productos adicionales que se obtienen son: ácido bórico, cloruro de potasio, cloruro de sodio y otros productos comerciables. Finalmente, según el Dr. Voigt, responsable alemán del grupo Technikum–UATF, el proyecto garantiza la preservación ambiental y la integridad física del Salar de Uyuni y cuenta con planes de incentivación del flujo turístico en la región.

## **2. Patentes de Invención sobre Tratamiento de Evaporitas del Salar de Uyuni.**

En Marzo 2012 Echazú manifestó a la prensa: “La Dirección de Investigaciones cuenta con el Comité Científico que tiene personal capacitado y especializado en salmueras y sales; su nivel científico crece día a día, lo que hemos podido comprobar en los cinco seminarios científicos internos que ha realizado la GNRE” y posteriormente mencionó que el grupo ya tiene solicitadas 8 patentes, pero no dice en qué país (<http://www.plataformaenergetica.org/content/3258>). Sin embargo, en nuestra opinión el grupo CCII–REB está trabajando sobre lo que ya se conoce en el mundo industrial de evaporitas y no vemos ningún proceso innovador que amerite ser patentado. Es que en labores de investigación y/o desarrollo tecnológico (I&D) es fundamental contar con profesionales expertos en el área que se investiga y tanto Echazú como Bustillos ignoraron totalmente este consejo, contratando profesionales inexpertos en tareas de I&D.

Bien dice el Dr. Zuleta: “Si bien es cierto que el país no tiene prácticamente ninguna experiencia en la minería de los recursos evaporíticos, podemos encontrar algunos profesionales bolivianos con las más altas credenciales académicas y experiencia técnica que incluso les ha permitido la obtención de verdaderas patentes a nivel nacional e internacional en este campo” ([www.hidrocarburosbolivia.com.bo](http://www.hidrocarburosbolivia.com.bo) – Análisis y Opinión, Marzo 2012).

Nuestra experiencia en tareas de I&D nos permite aseverar que un investigador no nace, se hace y se forma de la mano de un científico experto y de amplia trayectoria; de otra manera se cae en el error de “investigar por prueba y error”, en lugar de realizar la experimentación utilizando abordajes

estadísticos (v.g. Plackett–Burman; Diseño Factorial Fraccionado) que permiten estudiar variables minimizando el número de pruebas experimentales necesarias para lograr resultados confiables, reducir el tiempo y el costo de la experimentación y/o desarrollo tecnológico de un proceso o un producto. Los experimentos diseñados con el abordaje estadístico ayudan a los investigadores a aumentar la eficiencia de la investigación (Cap. 9 del libro: “Técnicas de I&D en Ciencias y Tecnología”, Edición 2002, autor: Saul J. Escalera).

Por lo expuesto, es justo mencionar que el grupo Technikum–UATF – pese a la falta de financiamiento de parte del Gobierno Boliviano y a los imponderables surgidos en la UATF – ha culminado con sus objetivos básicos de generar conocimiento científico y tecnología apropiada para la explotación y aprovechamiento de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni, con profesionales altamente especializados. Esto le permitió desarrollar los parámetros operacionales para la obtención de carbonato de litio y cloruro de potasio con alta calidad en pureza y rendimiento, requeridos en el mercado internacional del litio y del potasio, habiendo logrado dos patentes de invención registradas en Bolivia y Alemania que son de mucha importancia para el desarrollo socio-económico de Potosí y de Bolivia. Estas patentes son:

**PATENTE 1. “Proceso y Equipamiento para la Evaporación de Soluciones de Sales en Conos de Evaporación solar Intensiva”.** Registrada en: (a) el Buro de Marcas y Patentes – Munich-República Federal de Alemania – el 28 de enero de 2009, y (b) el Servicio Nacional de Producción Intelectual” – SENAPI – La Paz, Bolivia el 28 de enero de 2010.

**PATENTE 2. “Método Para la Eliminación del Magnesio y el Enriquecimiento del Litio Contenidos en Cloruros de Soluciones de Sales”.** Registrada en: (a) el Buro de Marcas y Patentes – Munich- República Federal de Alemania, el 05 de mayo de 2010, y (d) en el Servicio Nacional de Producción Intelectual” – SENAPI – La Paz, Bolivia, el 05 de mayo de 2011.

Es de conocimiento de los expertos, todo invento logrado por un ente nacional debe ser registrado en la Oficina de Patentes de Bolivia, y en las oficinas de patentes de los países que tienen tratados con Bolivia, con el objeto de proteger los derechos de autor. Por consiguiente, las citadas patentes han sido registradas tanto en Bolivia como en Alemania a nombre de la Universidad Autónoma Tomas Frías de Potosí, Bolivia y la Universidad Técnica de Freiberg, Alemania en forma paritaria, es decir, cada una con 50% de propiedad intelectual. En resumen, el trabajo científico desarrollado por el grupo Technikum–UATF que se traduce en procesos innovadores para la obtención de carbonato de litio y cloruro de potasio de alta calidad y buen rendimiento, demuestra fehacientemente la excelencia científica que tiene dicho grupo.

### **3. Generación de Ciencia y Tecnología para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos en Bolivia.**

“Crear Ciencia y desarrollar Tecnología es una actividad central que provee el conocimiento fundamental necesario para satisfacer a muchas de las necesidades de la sociedad. Esta actividad es más importante cuando se trata de desarrollar procesos y productos innovadores que permitan a la industria de un país ser más competitiva mundialmente. Consecuentemente, la ciencia es un recurso inagotable que toda nación debe explotar para beneficio propio y es el vehículo con el que se logran innovaciones técnicas para dar valor agregado a los recursos naturales, produciendo prosperidad y seguridad en un país. Pero la investigación científica debe ser conducida bajo condiciones experimentales realizadas con ética y rigor científicos y los procedimientos experimentales y teóricos deben ser informados en forma exacta, de manera que expertos independientes puedan

replicar el trabajo para su aplicación en escenarios industriales” (Cap. 1 del libro “Técnicas de I&D en Ciencias y Tecnología”, Edición 2002, autor: Saul J. Escalera)

Por lo expuesto, la ciencia no tiene nada que ver con la organización política o económica de una nación, ni es un asunto de multitudes ni de autoridades políticas, porque un descubrimiento científico no se decide por el voto popular, sino que su aceptación se da por el consenso entre los expertos de un área del saber, es decir, los capaces de examinar críticamente y de aceptarlo o rechazarlo por razones únicas y exclusivamente científicas, y para esto es absolutamente necesario que cualquier hallazgo científico y/o tecnológico se publique con datos fidedignos que sean reproducibles dentro del llamado “grado racional de confiabilidad”.

El Grupo CCII-REB liderado por Echazu y Bustillos ha cometido el error de pensar que sus resultados de investigación sobre el litio y del potasio de Uyuni tienen que ser aprobados por los ministros de Minería, de Desarrollo Productivo y los ejecutivos de COMIBOL, cuando es práctica universal que todo hallazgo científico y/o tecnológico es examinado críticamente por expertos en el campo que se investiga. Era importante que se invite a técnicos expertos en la industrialización de evaporitas que existen en el país para que los resultados del grupo sean examinados y hallados confiables, para su posterior aplicación, antes de ser aceptado como innovador y merecer una patente.

También nos preguntamos si los investigadores del Grupo CCII-REB han tenido el cuidado de adoptar la costumbre de registrar todos sus hallazgos en un cuaderno de bitácora de registro de investigaciones; sin este registro, dudamos mucho que algún investigador del grupo demuestre que su hallazgo científico es patentable. Es práctica universal que para demostrar paternidad de una patente es necesario adoptar la práctica de mantener registros de experimentos de laboratorio en un cuaderno empastado y con hojas numeradas y firmadas por testigos presenciales. Una libreta de registro de experimentos es una de las herramientas más valiosas que tiene todo investigador porque puede resultar el documento legal por excelencia para reclamar autoría intelectual del trabajo y los resultados obtenidos por parte del investigador (Cap. 9 del libro “Técnicas de I&D en Ciencias y Tecnología”, Edición 2002, autor: Saul J. Escalera).

Finalmente, es evidente que el grupo Technikum-UATF de Potosí ha seguido estrictamente todo el “protocolo de investigación científica responsable” que se estila en todos los laboratorios de primer nivel en el mundo, por lo que sus resultados han merecido ser patentados tanto en Bolivia como en Europa.

## **6. Conclusiones.**

En el documento de análisis técnico titulado: “Proyecto Litio de Uyuni: Análisis de los Avances Recientes” que publicamos en Diciembre del 2010, manifestábamos nuestra preocupación porque el grupo CCII-REB no era un “grupo experto en tecnología de salmueras y evaporitas” y los resultados obtenidos en el proceso de producción de carbonato de litio y cloruro de potasio no eran confiables. Este hecho se ratificó en el informe que dio el Ing. Bustillos de Marzo 2012, con información técnica poco confiable sobre el real estado del proyecto piloto para la explotación de ambos compuestos químicos.

Consideramos que la falta de un tratamiento adecuado por parte del gobierno nacional del asunto de industrialización de los recursos evaporíticos – tan importante para los bolivianos – se debe a una deliberada agenda de trabajo diseñada por el Ministerio de Minería y la GNRE de COMIBOL quienes pensaron erróneamente que cualquier profesional boliviano puede desarrollar ciencia y tecnología requeridas para el desarrollo del proceso de producción de carbonato de litio y cloruro de

potasio. Es importante que el Gobierno Nacional, de una vez, se dé cuenta que financiar generosamente a un grupo “novato en labores de Investigación y Desarrollo (I&D)” como el grupo CCII–REB, no era la mejor forma de producir los resultados tangibles y exitosos que todos esperamos en el caso del litio y potasio de Uyuni.

Habría sido mejor que el Ministerio de Minas y Metalurgia ordene que los grupos CCII-REB de la GNRE de Comibol y Technikum–UATF, formen un solo grupo de trabajo coordinado que trabaje en Potosí con el financiamiento de \$US 17 millones otorgado por el Gobierno Nacional. Era importante, también, que se permita la incorporación de otros científicos y tecnólogos bolivianos expertos en el rubro del procesamiento de evaporitas que viven en el país y que sólo están esperando una oportunidad de poner toda su capacidad al servicio de la Patria.

Finalmente, es necesario y urgente que el Gobierno Nacional enmiende errores y encargue al Ministerio de Minas y metalurgia y a la COMIBOL formar una Comisión Científico–Técnica de alto nivel, contratando a expertos bolivianos en el rubro del procesamiento de evaporitas, para realizar una auditoría técnica sobre el trabajo hasta ahora realizado por ambos grupos: CCII–REB y Technikum–UATF, para que se adopte la mejor tecnología que garantice la viabilidad técnica, económica y financiera del proyecto para, de una vez, tenga el país la planta industrial apropiada para la industrialización de las evaporitas del Salar de Uyuni. Ojala el Gobierno Nacional actúe con más sabiduría y amor a la Patria Boliviana. ¡Toda Bolivia estará agradecida!.

**(\*) El Dr. Escalera es Ph.D. en Ingeniería de USA. Fue Investigador Senior de la Sherex Chemical Co, USA, donde obtuvo las Patentes: US PATENT No. 4.325.821, y US PATENT No. 4.337.149 en base a sus investigaciones sobre evaporitas. Actualmente, es consultor en Procesos Industriales con sede en CBBA.**