

## **INFORME FINAL**

### **Proyecto PGFT INT 16 K08**

#### **Biohidrógeno a partir de residuos de agroindustrias (caña de azúcar, cebolla, mandioca)**

##### **Informe parcial 2017**

Se adjunta el Informe parcial de avance presentado el 15 de junio de 2017.

##### **Dificultades para el avance del Proyecto**

La principal dificultad para la realización de este Proyecto fue de tipo económico-financiero, y se puede resumir del siguiente modo: 1) Los fondos asignados por PGFT a este Proyecto se transfirieron en su totalidad (22275 U\$S) el día 14 de octubre de 2016, 2) La transferencia fue realizada a la Universidad Tecnológica Nacional, organismo responsable del Proyecto en Argentina, pero convertidos los U\$S en pesos a una tasa de cambio de 15,377 \$ por U\$S (Procedimiento administrativo de los Organismos Nacionales- Argentina).

La situación económica en Argentina de los últimos años implicó una pérdida de valor en los montos iniciales, ya que la tasa de cambio actual es de aproximadamente 40 \$ por U\$S, en términos reales y a la fecha actual podría resumirse que el monto efectivamente asignado fue poco más de una tercera parte.

Como consecuencia de lo mencionado, a) se vieron afectadas algunas actividades previstas inicialmente, especialmente las vinculadas a compras de insumos para ensayos especiales (caracterización microbiológica), b) se dificultó extremadamente la administración de los fondos del Proyecto, por ejemplo teniendo que efectuar compras anticipadas de pasajes (11 meses antes de las fechas de reuniones) para evitar mayores pérdidas de fondos por la variación descontrolada de la relación \$/U\$S en Argentina, 3) La programación de las reuniones realizadas fue particularmente complicada de coordinar, por el motivo antes citado, teniendo consecuencias económicas lamentables, como la pérdida de pasajes aéreos no utilizados en la fecha prevista (por dificultades familiares) debido a los tiempos de adquisición y a las restricciones que las compañías aéreas imponen.

Cabe agregar también que algunos de los integrantes del Proyecto, sufrieron de problemas familiares que imposibilitaron la concreción de su presencia en la primera reunión realizada en mayo de 2017. Tal el caso de la Dra. Cristina Gastón Peña, cuyo esposo tuvo serios problemas de salud, que desgraciadamente terminaron con su vida, y que el Dr. Felipe Eng, tampoco estaba disponible para asistir a la primera reunión por encontrarse realizando estudios de posdoctorado en San Carlos (USP- Brasil).

Además de las dificultades económicas y las particulares de algunos integrantes, existen inconvenientes tecnológicos que no han permitido, por ejemplo la definición del mejor esquema de reacción y el tipo de reactor más adecuado para cada sustrato, en el proceso anaeróbico de generación de Biohidrógeno. Las configuraciones posibles pueden ser tan diversas y las variables involucradas que influyen la producción de Hidrógeno, tantas y de tal complejidad e interrelación, que la definición del esquema y el tipo de reactor a utilizar en cada caso requiere de estudios con mayor grado de profundidad y detalle. Temas en los que cada equipo de trabajo, GEAQB (Argentina), UNIOESTE (Brasil), ICIDCA (Cuba) continúan investigando.

### **Estrategias de Comunicación**

Todos los resultados del Proyecto PGFT INT 16 K08 están alojados en el sitio web de Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional ([www.frbb.utn.edu.ar](http://www.frbb.utn.edu.ar)) con acceso libre.

### **Reuniones realizadas 2017-2018 (ver fechas previstas y fechas efectivas)**

Las reuniones planificadas en este Proyecto fueron las siguientes:

| <b>Fecha</b> | <b>Objetivo</b>   | <b>Lugar</b>            |
|--------------|---|-------------------------|
| junio 2016   | Reunión inicial: definición de las tareas individuales y la disposición final de los paquetes de trabajo. | Bahía Blanca, Argentina |
| junio 2017   | Evaluación de avance del proyecto.  | La Habana, Cuba         |
| junio 2018   | Reunión final: discusión de los resultados e Informe final del proyecto.                                  | Cascavel, Brasil        |

Todas las reuniones previstas fueron concretadas, aunque las fechas de realización fueron ajustadas en función de que la fecha de inicio efectiva fue el 14 de octubre de 2016, momento en que se transfirieron los fondos (ver arriba). Por lo tanto la primera reunión inicial fue efectuada en Mayo de 2017 en Bahía Blanca – Argentina, con la asistencia de la Dra. Simone Damasceno Gomes y de los representantes locales de UTN FRBB GEAQB (Dr. Horacio Campaña, Lic. Milena Uribe Etchevarria y la Ing. P.Benedetti) ya que la representante de ICIDCA- Cuba tuvo dificultades de índole familiar que le imposibilitaron asistir. En tal sentido y para completar la visita de los representantes de Cuba a la Argentina, el Dr. Felipe Eng concretó su viaje desde Brasil (ya que se encuentra realizando estudios de posdoctorado en EESC- USP) en noviembre de 2017. Dra. Cristina Gastón Peña en cambio concretó su visita al laboratorio de UTN FRBB GEAQB en Noviembre de

2018 (aprovechando su venida a la última reunión en Cascavel – Brasil, de modo de disminuir costo del viaje a Argentina).

La segunda reunión del Proyecto, prevista para junio de 2017, se concretó en Noviembre de 2017, en La Habana – Cuba- sede ICIDCA. A la misma asistieron la Dra. Simone Damasceno Gomes (representante UNIOESTE-Brasil), la Lic. Milena Uribe Etchevarría y el Dr. Horacio Campaña (representantes de UTN – FRBB GEAQB de Argentina) además de la representante local de Cuba – ICIDCA

La tercera reunión, cierre del Proyecto se realizó en noviembre de 2018 en lugar de la fecha prevista de junio de 2018. La misma fue realizada en Cascavel – Brasil, sede de UNIOESTE, y asistieron: Los representantes de Cuba – ICIDCA, Dr. Felipe Eng y la Dra. Cristina Gastón Peña, y como representantes de Argentina UTN FRBB GEAQB, la Ing. P. Benedetti y el Dr. H. Campaña, además de la representante local Dra. Simone Damasceno Gomes de UNIOESTE – Brasil.

## **Objetivos**

El objetivo mencionado en la presentación de este Proyecto fue: “...impulsar la implementación de la tecnología de producción de biohidrógeno en las industrias azucarera, de procesamiento de cebolla y de procesamiento de mandioca, partiendo de residuos de las mismas, residuos que son además fuente de contaminación ambiental...”

Este objetivo fue cumplido gracias al esfuerzo, dedicación y fondos invertidos por cada una de las instituciones participantes más allá de las dificultades económico financieras mencionadas anteriormente. Los avances producidos en cada una de las alternativas de biomasa residual utilizada para la generación de biohidrógeno pueden verificarse a través de los trabajos presentados en Conferencias Internacionales y/o publicados en revistas internacionales especializadas, además de los Informes técnicos disponibles.

## **Resultados**

Los resultados esperados del Proyecto, mencionados en la propuesta inicial fueron:

1. La caracterización físicoquímica de residuos y efluentes para su tratamiento y para la generación de biohidrógeno
2. La caracterización de los microorganismos involucrados en la producción de biohidrógeno
3. Las condiciones de pretratamiento de los sustratos a utilizar en producción de biohidrógeno
4. Selección del tipo de reactor para la producción de biohidrógeno a escala laboratorio
5. Condiciones óptimas en la operación de reactores de laboratorio que generan biohidrógeno

A continuación se detallan los avances obtenidos en cada uno de ellos:

1. La caracterización físicoquímica de residuos y efluentes para su tratamiento y para la generación de biohidrógeno

Este resultado fue completado exitosamente para los tres residuos agroindustriales bajo estudio. En el caso de vinazas se puede consultar el Informe inicial ICIDCA 2017, para los residuos y descartes de cebolla ver trabajo presentado en Congreso ASADES (Argentina) (Vol. 4, pp. 06.61-06.66, 2016), y para los efluentes del procesamiento de mandioca ver Tesis UNIOESTE 2017.

2. La caracterización de los microorganismos involucrados en la producción de biohidrógeno involucraba la siguiente actividad: -Estudiar la morfología y las condiciones de crecimiento de las cepas aisladas, -Realizar la amplificación de los rARN 16S de los genes SSU y LSU de las cepas aisladas.-Secuenciar los genes amplificados y realizar el estudio filogenético. Estas actividades no fueron completadas por falta de fondos para la compra de los insumos involucrados. Se realizaron trabajos de caracterización parcial de los microorganismos involucrados en la digestión anaeróbica, mediante indicadores bioquímicos (ver trabajos presentados en Congreso internacionales: Enzimas Hidrolíticas, e Indicadores bioquímicos 2017).
3. Las condiciones de pretratamiento de los sustratos a utilizar en producción de biohidrógeno. Las actividades vinculadas con este resultado no han sido finalizadas y continúa en desarrollo actualmente. Los resultados iniciales se presentaron en Congreso realizado en Argentina 2018 y se pueden consultar en el trabajo adjunto (CES 2018 III Congreso Argentino GEAQB bioH2).
4. Selección del tipo de reactor para la producción de biohidrógeno a escala laboratorio. Las actividades vinculadas con este resultado no han sido finalizadas y continúan en desarrollo actualmente. Algunos de los avances se pueden ver en los trabajos publicados por UNIOESTE en 2017 (Engenharia Agrícola 2017), y 2018 (International journal of hydrogen energy- 2018).
5. Condiciones óptimas en la operación de reactores de laboratorio que generan biohidrógeno. En relación con este resultado, tampoco fueron terminadas las actividades, aunque se presentaron algunos trabajo de avance en Congresos (Biogas energía resiliente – 2017 Argentina, DAAL XIII – Colombia 2018 – Optimización de la generación de biohidrógeno y VFA en fermentación oscura de vinazas) y en el Informe 2018 de ICIDCA. Unioeste en 2017: dissertação e tese; apresentação de trabalhos em congressos – CONBEA (Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola); I Simpósio Paranaense de Hidrogênio. En 2018: tese de doutorado e apresentação de trabalho no XIII DAAL Colômbia

## **Gastos de Contraparte**

Los trabajos de investigación presentados como resultados de este Proyecto, fueron ejecutados exclusivamente con fondos de contraparte de cada uno de los grupos de investigación (Esto se puede verificar dentro del Informe administrativo económico adjunto que hasta fines de 2018, no se realizaron compras de ningún insumo, aunque ello estaba inicialmente previsto, y no pudo concretarse por los problemas del cambio de la relación U\$/peso en Argentina). Finalmente, y teniendo la disponibilidad de fondos destinados a gastos comprobables se ejecutará la compra de algunos insumos para cromatógrafo y químicos para análisis de GEAQB – UTN FRBB.

### **Proyección del grupo de trabajo**

El grupo de trabajo conformado para la ejecución de este Proyecto, UNIOESTE (Brasil), ICIDCA (Cuba) y GEAQB UTN FRBB (Argentina) se ha consolidado a partir de las actividades realizadas en conjunto. Tal ha sido el grado de consolidación, que a partir de la Reunión realizada en Cuba – La Habana, en noviembre de 2017, se estableció un acuerdo incorporando a grupos de investigación de Méjico, El Salvador y España, y se efectuó una presentación conjunta a la convocatoria CYTED 2018 (Desarrollo Sostenible en Agroalimentación y Aprovechamiento de Residuos industriales). El proyecto presentado a la Convocatoria, concursó y fue elegido por CYTED otorgándole financiamiento. Dicho Proyecto iniciará en marzo de 2019, coordinado por el Instituto Tecnológico de Tepic-México. Esto demuestra fehacientemente la voluntad de esfuerzo y trabajo de los tres grupos de investigación de los países que llevaron adelante este Proyecto PGTF INT16K08, a pesar de todas las dificultades mencionadas más arriba.

### **Conclusiones y Propuestas**

La experiencia llevada adelante en este Proyecto financiado por el Fondo Pérez Guerrero – Cooperación Sur – Sur (UNDP) fue absolutamente positiva desde el punto de vista de la sinergia desarrollada entre los equipos de trabajo participantes, que dio como resultado la conformación de un grupo de trabajo mayor (incorporando tres países más) para una presentación exitosa a la convocatoria CYTED 2018.

En cuanto a la efectiva obtención de los resultados esperados para este Proyecto PGTF INT16K08, no fue posible la conclusión de algunos de ellos, por la razones expuestas más arriba. En particular los resultados siguientes (entre paréntesis se indican los grupos de trabajo encargados de las actividades que no fueron completadas en su totalidad):

2. La caracterización de los microorganismos involucrados en la producción de biohidrógeno (ICIDCA-Cuba)
3. Las condiciones de pretratamiento de los sustratos a utilizar en producción de biohidrógeno (GEAQB – UTN FRBB – Argentina)
4. Selección del tipo de reactor para la producción de biohidrógeno a escala laboratorio (UNIOESTE – Brasil)

Se propone por tanto evaluar la posible continuidad de este Proyecto para poder concluir efectivamente las actividades iniciadas.

En relación con la participación y soporte económico del Fondo Pérez Guerrero, se sugiere que teniendo en cuenta las inestabilidades económicas (como el caso de Argentina), los fondos asignados a estos Proyectos no sean girados en su totalidad al inicio de las actividades, sino que se vayan otorgando en forma parcial a solicitud el Director del Proyecto. De este modo se evitaría la pérdida de valor de los fondos, por no poder mantener (en el caso de Instituciones como las Universidades Nacionales en Argentina) dichos fondos en moneda extranjera.

Bahía Blanca, 31 de diciembre de 2018.

**Dr. Ing. D.H. Campaña – Director del Proyecto**