

## **Título**

# **La colaboración sur-sur en el desarrollo de una tecnología para la obtención de etanol de residuos lignocelulósicos**

**Carlos E. Galián<sup>1</sup>, Erenio González Suárez<sup>2</sup>, Leyanis Mesa Garriga<sup>2</sup>, Juan B. de León Benítez<sup>2</sup> Carlos R. Gómez<sup>2</sup>, Víctor González Morales<sup>2</sup>, Yaser Oliva Conyedo<sup>3</sup>**

**1. Parque Tecnológico de Misiones, Argentina.**

**[carlos.galian@ptmi.org.ar](mailto:carlos.galian@ptmi.org.ar)**

**2. Centro de Análisis de Procesos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)**

**3. CUPET, Villa Clara.**

### **Resumen.**

El crecimiento económico de un país está directamente vinculado a su inserción en el comercio internacional, lo que debe realizarse con capacidad de incorporar alto valor agregado y competitividad. La innovación y el conocimiento juegan un papel fundamental en el nuevo escenario económico, y ambos factores están muy interrelacionados. La productividad y el crecimiento se basan en gran medida en el progreso técnico. La acumulación de conocimientos, la innovación y la tecnología tienen un papel primordial como motores del crecimiento económico. Debido a la escasez de recursos financieros por un lado y por otro el insuficiente acabado de las soluciones científico-técnicas para las demandas empresariales del entorno, es necesaria una vía alternativa colaborativa para buscar el desarrollo. En este contexto, es de interés del desarrollo regional aprovechar la experiencia internacional en relación con los Parques Tecnológicos. La primigenia razón de ser de los Parques Tecnológicos, es que giran en torno a la universidad y su objetivo principal es transferir a la actividad industrial los resultados de la investigación académica, la transferencia de tecnología. La experiencia y los vínculos desarrollados en el contexto de los Parques Tecnológicos existentes, por lo general están planteados desde el vínculo de países

desarrollados financieramente, es por ello un requerimiento científico de los países menos desarrollados o en vías de desarrollo el establecimiento de relaciones de generación e introducción de conocimientos en una sinergia sur-sur que permita un verdadero desarrollo cooperativo entre los países del sur. En el trabajo se presenta la experiencia desarrollada por el Parque Tecnológico de Misiones y la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, para la colaboración en la asimilación de una tecnología para la obtención de etanol de residuos lignocelulósicos en el Parque Tecnológico de la Ciudad de Misiones. En el trabajo se refuerzan las necesidades y posibilidades de asimilación de tecnología como un resultado de la colaboración sur-sur, y el papel decisivo que deben jugar en ello las universidades en alianza con los Parques Tecnológicos.

**Palabras clave: Colaboración sur-sur, transferencia de tecnologías, Parques Tecnológicos.**

## Introducción

En la actualidad, el modelo energético mundial está tomando un nuevo rumbo, debido a la disminución progresiva de las reservas de combustibles fósiles, así como a los requerimientos de conservación del medio ambiente, de ahí que la atención de los investigadores se está dirigiendo hacia la búsqueda de nuevas fuentes de energías limpias y renovables, como son: los biocombustibles, esto, incorrectamente presentado y en algunos países también ejecutado, ha dado lugar a una contradicción entre el uso de la tierra para alimentos o para los llamados agrocombustibles (biocombustibles).

En este concepto, el enfoque de aprovechar integralmente la biomasa disponible como fuente de productos químicos y energía, con apoyo del concepto de biorrefinerías, mediante “la conversión de los azúcares que están en los materiales lignocelulósicos a etanol” en primer término, “es un camino para optimizar la ganancia de la energía solar incorporada en el crecimiento de las plantaciones agrícolas”<sup>1</sup> y permite a partir de un producto líder como el etanol, mediante el fraccionamiento inicial de la biomasa, disponer de materias primas para una diversidad de productos químicos de alto interés.

La elección de una biomasa determinada como materia prima para ser utilizada en una biorrefinería como fuente de energía y coproductos químicos (biocombustibles y otros coproductos) estará determinada por las características y actividades de la región en la que se produzca, por otro lado, como

se conoce, uno de los factores limitantes para utilizar la biomasa como fuente de energía y también de productos químicos, es lo referente al aseguramiento de su recolección y transporte hacia el lugar de destino, por lo que este debe ser un aspecto de interés científico productivo.

La idea fundamental que debe gobernar cualquier propuesta de utilización de la tierra y el agua, debe ser preservar y mejorar la calidad de vida de la población actual y de las generaciones futuras, para lo que sin dudas habrá que conjugar muchos factores, entre los que se destaca el uso de tecnologías adecuadas y la conservación del medio ambiente así como el uso eficiente de la tierra y el

agua.

En las condiciones del mundo moderno, para encontrar las soluciones a estos problemas, es importante, tanto la posibilidad de generar soluciones propias como la capacidad de asimilar de forma inteligente y en las condiciones locales, procesos tecnológicos de producción originados del exterior. La adquisición de tecnologías tiene un papel importante en el proceso de acumulación de capacidad tecnológica, incluyendo sugerencias para propias como la capacidad de adaptarse y mejorarla.

Para ello, es necesario buscar formas de trabajo que viabilicen con mejor eficacia que lo que actualmente se hace la transferencia de resultados del sector de generación de conocimientos a las empresas de los países en desarrollo.

Necesidad y posibilidades de la colaboración en la transferencia de tecnologías para la producción de biocombustibles

La colaboración internacional para la transferencia de nuevas tecnologías con vistas a la producción de biocombustibles es una alternativa idónea para enfrentar creativamente, con mentalidad positiva y propósitos similares los retos que conlleva encontrar una solución a la producción de alimentos e incrementar la contribución de los biocombustibles a las matrices energéticas de los diferentes países.

La transferencia tecnológica para los países receptores, puede implicar riesgos muy serios en el momento de seleccionar la tecnología más adecuada, es por ello que se deben valer de métodos que propicien la mejor selección, considerando no sólo los factores técnicos, comerciales y económicos de la tecnología sino también otros, como la respuesta a un mercado pequeño, a las restricciones de las materias primas, a la escasez de las habilidades y a la infraestructura subdesarrollada.

Por otro lado, no siempre los resultados científicos generados tienen el nivel de acabado necesario para la introducción en la práctica productiva en las condiciones actuales, debido a que por las limitaciones financieras y concepciones, que deben superarse, se han dedicado pocos recursos en el contexto latinoamericano al acabado necesario de los resultados para su transferencia al sector productivo.

## Desarrollo

Aunque se sabe que existe incertidumbre en el impacto real de toda tecnología que va a ser transferida, no se ha logrado una metodología científicamente fundamentada que permita seleccionar de forma imparcial y con una visión multilateral la mejor tecnología que minimice la incertidumbre existente ante su comportamiento y futuro, por lo que se requiere también en este sentido un trabajo colaborativo de los sectores de generación de conocimientos que, sin duda, en una sinergia adecuada contribuirán al mismo tiempo, al desarrollo de las instituciones y sus capacidades de aprendizaje así como a la trasmisión de nuevos conocimientos.

Es por ello que se deben adquirir y adaptar tecnologías más modernas, convirtiéndolas en propias mediante la Investigación y Desarrollo (I+D), para usarlas de forma creativa en el desarrollo de productos competitivos internacionalmente.

Es esencial considerar aquí, que las políticas de desarrollo no pueden estar aisladas del sistema de ciencia y técnica; y siendo las universidades el principal productor y divulgador de conocimiento, los países de América Latina no pueden permitirse el lujo de dejar a las universidades y sus relaciones de un lado, pues como se ha dicho las universidades del siglo XXI operan en un entorno abierto, donde está creciendo la competición en los ámbitos de la creación, adquisición y transferencia de conocimientos a través del desarrollo de actividades de formación, de investigación y el establecimiento de sinergias competitivas con empresas de base tecnológica.

No obstante, a pesar de las ventajas que aporta la asimilación de tecnologías, el país que las recibe debe estar preparado para amortiguar las dificultades y riesgos que conlleva este proceso. En particular hay que resolver en los procesos de asimilación y transferencia de nuevas tecnologías para la producción de biocombustibles los peligros del uso indiscriminado de la tierra y el agua con ese propósito, las afectaciones al medio ambiente y la no adecuación de la tecnologías

a las realidades y necesidades del desarrollo mismo de los pueblos que son los legítimos dueños de los recursos naturales, por lo que resulta oportuno, en el contexto actual, fortalecer la colaboración internacional, incluyendo la sur-sur, en la búsqueda de la competitividad tecnológica y la contribución a la sustentabilidad energética y ambiental, en lo cual la preparación de recursos humanos es imprescindible.

La asimilación y transferencia de Nuevas Tecnologías para la obtención de biocombustibles

Las Nuevas Tecnologías para la obtención de biocombustibles deben tener como requisito un mínimo impacto ambiental, debiendo ser del tipo de Tecnologías más Limpias, en ello es necesario considerar que existen barreras para las tecnologías más limpias, entre las que se destacan la falta de habilidad para determinar, seleccionar, importar, desarrollar y adaptar tecnologías de forma apropiada, la falta de datos, informaciones y conocimientos específicamente de tecnologías emergentes y la falta de confianza en tecnologías no probadas, todo lo que justifica la necesidad de procedimientos y modelos que guíen los análisis para estos casos.

Por ello, se debe disponer de herramientas para que los países en desarrollo puedan accionar para disminuir los efectos negativos de la transferencia y asimilación de tecnología, en las que se destacan las metodologías científicas para la adquisición y adaptación de tecnologías, la selección y evaluación de las tecnologías que se van a asimilar y el diseño local de la tecnología más apropiada a la realidad de cada uno de los países.

Para elaborar una adecuada decisión en las actividades de transferencia de tecnología en los procesos que usan biomasa como materia prima, no debemos olvidar que los procesos de obtención de biocombustibles son procesos transformativos dominados por los principios de los fenómenos de transporte y de la ingeniería de las reacciones químicas en los que descansa la industria de procesos químicos donde han sido debidamente caracterizados los problemas de incertidumbre.

Una característica de las producciones de la industria química y fermentativa es su potencial alto impacto al medio ambiente, por lo que se requiere una verdadera proyección en la búsqueda de tecnologías más limpias en el sector de generación de conocimientos.

Por otro lado, considerando las potencialidades de la biomasa como fuente de productos químicos y energía en los países del sur, así como las experiencias de trabajos existentes en los centros universitarios de estos países, en el desarrollo de los procesos con este objetivo y las propias tradiciones de los pueblos del sur, que pueden ser reforzadas con los adelantos de la industria de procesos químicos, la colaboración en la industrialización de la biomasa como fuente de biocombustibles sin afectar las necesidades alimentarias y sin agredir el medio ambiente, es de especial trascendencia, en lo cual el concepto de biorrefinerías comienza a imponerse en la proyección científica.

### **La inclusión de Nuevas Tecnologías para la obtención de biocombustibles en el Parque Tecnológico de Misiones**

En su concepción de colaboración internacional, el Parque Tecnológico de Misiones ha considerado que en el mundo moderno la transferencia de tecnología de los países industrializados a los menos desarrollados (latinoamericanos y tercermundistas) y también entre estos (colaboración sur-sur) es una realidad necesaria, que lógicamente conlleva riesgos culturales, sociales y ambientales que deben ser considerados.

Los países en vías de desarrollo deben dedicar sus mayores esfuerzos a resolver los múltiples problemas que se derivan al asimilar una tecnología, ya que la dependencia del conocimiento externo para asimilar una tecnología limita la eficiencia en la utilización de los recursos tecnológicos e impide que se logren los mayores beneficios en los conocimientos tecnológicos.

Solo la adecuada preparación multilateral permite conjurar los peligros de fracaso en un proceso de transferencia de tecnología, los que hay que enfrentar y vencer, ya que no es inteligente ni competitivo rechazar la asimilación de las nuevas tecnologías.

Por ello, para amortiguar los problemas que se derivan de la transferencia tecnológica, el receptor de la tecnología debe tener la capacidad para asimilarla adecuadamente, lo que está estrechamente vinculado al modelo que se adapte para la transferencia, lo que en el caso de la colaboración se fundamenta en la igualdad en las relaciones entre las partes, siendo esto una premisa para los éxitos en la transferencia de tecnología.

Para ello, la formación de investigadores, incluso en el sector productivo, permite lograr condiciones dignas y competitivas de asimilación de tecnologías foráneas, aun en las condiciones más difíciles, pero se requiere y es factible formular un modelo de colaboración entre los centros de generación de conocimientos (también sur-sur) en estrecho vínculo con sus entornos productivos.

Para resolver este problema, es necesario un esquema de trabajo colaborativo en lo referente a la asimilación de tecnologías, entre los centros de generación de conocimientos y las empresas que posibiliten el desarrollo prospectivo de las instituciones de los dos sectores a través de un sistema de trabajo con los Parques Tecnológicos que involucren la aplicación del conocimiento técnico especializado.

Un elemento importante en ello, es que el ámbito académico es una vía libre de compromisos que propicia, en función del interés de la ciencia, el encuentro entre personas y fomenta la capacidad de trabajar en conjunto al margen de la idiosincrasia y el desarrollo anterior de los colectivos humanos, obliga a despojarnos, “como a la entrada del infierno de todo cuanto sea recelo, de todo cuanto sea vileza”, no obstante y a partir de estas relaciones, cuando se dan de igual a igual, los vínculos que sistemáticamente se establecen, entre investigadores de diferentes centros de generación de conocimiento, en particular de las universidades, ajenos al mundo productivo directo, son una posibilidad real de acercamiento para la colaboración en empeños mayores.

No se puede despreciar aquí, que a través de la cooperación tecnológica se puede, sin lugar a dudas, iniciar un reforzamiento de las relaciones entre las instituciones universitarias, lo que permite avanzar en el intercambio de las potencialidades y conocimiento, favoreciendo la concreción de proyectos comunes y la apuesta por metas mayores encaminadas a promover el bien común.

El éxito de la asimilación y desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de biocombustibles con la premisa de contribuir de forma simultánea al uso más adecuado de la tierra y el agua, asegurando la disponibilidad de alimentos requiere también de: Priorizar (promover) las relaciones de generación e introducción de conocimiento en una sinergia sur-sur, que permita un verdadero desarrollo cooperativo entre los países de la Región.

- Incitar a los sectores del conocimiento tecnológico y la producción a establecer puentes que faciliten el diálogo, enriqueciendo las potencialidades de la colaboración de los países del sur.

- Introducir un profundo cambio cultural en las instituciones del conocimiento; una verdadera revolución en el paradigma del desarrollo, que implique entre otros procesos, poner en funcionamiento un modelo de colaboración científica y técnica entre universidades e institutos de investigación de los países del sur.

- Concebir los Parques Tecnológicos de manera que favorezcan, desde el punto de vista de la cooperación internacional, también sur-sur, entre diferentes países, el vínculo entre los sectores de generación de conocimientos y la sociedad en su conjunto de cada una de las partes.

- Utilizar un modelo de Cooperación Tecnológica que garantice mediante la transferencia de tecnologías y conocimientos entre países, un impacto económico, social, ambiental y político que propicie el desarrollo regional equilibrado con vistas a superar las diferencias de desarrollo actuales.

Partiendo de estos aspectos para la necesaria colaboración nacional e internacional, el Parque Tecnológico de Misiones, Argentina, ha venido desarrollando diferentes convenios encaminados a la asimilación de nuevas tecnologías para la obtención de biocombustibles, dirigiendo sus esfuerzos hacia los temas de interés siguientes para la obtención de biocombustibles:

- Proyecto de Desarrollo del Cultivo e Industrialización de *Jatropha*.

- Proyecto de Diversificación Productiva del Ingenio San Javier para la obtención de Bioetanol.

- Proyecto de producción de bioetanol a partir de biomasa (residuos lignocelulósicos).

- Proyecto de Gasificación de Aserrín para la producción de gas enriquecido en hidrógeno.

- Proyecto de Elaboración de Biodiesel a partir de residuos azucareros.

Para el buen desenvolvimiento de estos Proyectos se han previsto los temas de investigación siguientes:

- Planta Piloto para la producción de bioetanol a partir de biomasa (residuos lignocelulósicos).

- Planta Piloto para la obtención de enzimas celulolíticas destinadas a la producción de etanol de residuos lignocelulósicos.

Evaluación de sistemas de pretratamiento hidroalcohólico para la obtención de etanol y coproductos de bagazo de caña de azúcar.

- Evaluación de sistemas de pretratamiento hidroalcohólico para la obtención de etanol y coproductos de paja de caña de azúcar.

- Evaluación de sistemas de pretratamiento hidroalcohólico para la obtención de etanol y coproductos de bagazo de mandioca.

- Evaluación de sistemas de pretratamiento hidroalcohólico para la obtención de etanol y coproductos de residuos maderables.

- Reconversión de instalaciones de la industria de la caña de azúcar en el concepto de biorrefinerías.

- Tecnologías para la obtención de complejos enzimáticos para la hidrólisis del bagazo de caña de azúcar.

- Producción de microorganismos que permitan eficientemente la fermentación y sacarificación simultánea de hexosas.

- Microorganismos y alternativas tecnológicas factibles para la fermentación de pentosas.

- Obtención de productos químicos por vía extractiva de residuos agroindustriales o de la flora natural, aprovechamiento de los residuos de estos procesos para la obtención de bioetanol y coproductos.

- Aprovechamiento de la lignina subproducto de la obtención de etanol de residuos lignocelulósicos en la obtención de biocombustibles y otros coproductos.

- Obtención de productos químicos de alto valor agregado de las pentosas.

- Obtención de productos químicos por vía extractiva de residuos agroindustriales o de la flora natural, aprovechamiento de los residuos de estos procesos para la obtención de bioetanol y coproductos.

## Conclusion

La colaboración entre universidades del sur, con proyecciones ambas de inserción en la realidad productiva de sus países es una alternativa que ofrece perspectivas de poder acelerar la transferencia y terminación de conocimientos de un país a otro, potenciado en cada caso las posibilidades de los diferentes grupos investigativos.

2. El financiamiento de la terminación, escalado y puesta a prueba de tecnologías desarrolladas entre grupos de investigación de países del tercer mundo puede potenciarse a través de la colaboración sur-sur, con énfasis en la inserción en los Parques Tecnológicos.

## Bibliografía

1. Christian, Schacht; Carsten Zetzl and Gerd Brunner: "From plant materials to ethanol by means ..... *J. of Supercritical Fluids* 46: 299-321, 2008.
2. Cassiolato, J.: Innovación y Cambio Tecnológico en: E. Martínez (ED), Ciencia, tecnología Desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Nueva Sociedad, UNI, UNESCO-CEPAL- ILPES-CYTED, Caracas, 1994.
3. De Cerqueira Leite, R. C.; M. R. Lima Verde Leal; LA. Barbosa Cortez, W. M. Griffin and M. I. Gaya Scandiffio. (2009) Can Brazil replace 5 % of the 2025 gasoline world demand with etanol. Energy.
4. Ericksson: "Overview of Thermochemical Biorefinery Technologies". *International Sugar Journal*, 109(1299):163-173, 2007.
5. Hua-Jiang, Huang; Shri Ramaswamy, U.W. Tschirner and B.V. Ramarao: "A review of separation technologies in current and future biorefineries", *Separation and Purification Technology* 62 1-21, 2008.
6. Kadam, K. *et al.*: "Flexible Biorefinery for Producing Fermentation Sugars, Lignin and Pulp from Corn Stover", *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 35 (5):331-341, 2008.
7. Villanueva, G.; R. Feyt; Y. Hernández and N. Ley: Biodiesel Production from Sugar cane Wax. 17 th European Biomass Conference & Exhibition From Research to Industry and Markets 29-3 de Julio, Hamburg, Germany, 2009.