

## **Título:** Demandas investigativas con vista a las producciones de Biocombustibles.

Dr.Sc.Erenio González Suárez<sup>1</sup>; Dra. Meilyn González Cortes<sup>1</sup>; Dr.Sc. Viatcheslav kafarov<sup>2</sup>; MSc. Jaime Machado López<sup>3</sup>

1)Centro de Análisis de Procesos, UCLV, Cuba.

2)Centro de Simulación y Control, UIS, Colombia.

3)Doctorante de la UCLV, Cuba.

### **Resumen:**

En el trabajo partiendo de las necesidades de la producción de biocombustibles en las diferentes regiones de Iberoamérica, y considerando la diversidad de materias primas, así como los requerimientos económicos, energéticos y ambientales de sus producciones se establece una visión prospectiva de las diferentes producciones de biocombustibles incluyendo las tradicionales de etanol, biodiesel, biogás, etc. y otras de biocombustibles de más alto valor agregado como es el caso del hidrogeno.

Partiendo de las proyecciones de producción de biocombustibles se establece los aspectos concernientes a las principales direcciones del trabajo de Ciencia e Innovación Tecnológica en ingeniería con vistas a las producciones de biocombustibles.

**Palabras claves:** biocombustibles, incertidumbre, ciencia, innovación.

### **Investigative demands for the productions of Biofuels**

#### **Summary:**

Investigative demands for the productions of Biofuels.

In the work starting off of the necessities of the production of biofuels in the different regions from Ibero-America, and considering the diversity of raw materials, as well as the economic, power and environmental requirements of their productions settle down a prospective vision of the different productions of biofuels including the traditional ones from ethanol, biodiessel, biogás, etc. and others of biofuels of more high added value as it is the case of I hydrogenate. Starting off of the projections of production of biofuels one settles down the aspects concerning the main directions of the work of Science and Technological Innovation in engineering with views of the productions of biofuels.

Key words: biofuels, uncertainty, science, innovation.

## **I. Introducción:**

Las crisis energéticas de los años 70 despertaron la preocupación acerca de la duración de los recursos energéticos que abastecían al mundo, poniendo interrogantes sobre cuál podría ser el futuro de la sociedad humana, las fuentes energéticas que la sostendrían y las perspectivas de crecimiento económico. En todo el planeta comenzaron fuertes programas de mejora de la eficiencia energética e investigaciones estratégicas a fin de descubrir nuevas fuentes y conocer su potencial para desacoplar el crecimiento económico del consumo energético.

Desde 1995 existe consenso en la comunidad científica internacional en que el aumento de temperatura global del planeta producido en el último siglo, estaba asociado a la influencia de la actividad humana sobre la naturaleza, siendo el dióxido de carbono el principal responsable del cambio climático, debido fundamentalmente al uso de combustibles fósiles.

Esta es una de las muchas razones por la que surge la necesidad mundial de promover, desarrollar y utilizar a la brevedad, recursos energéticos renovables y amigables con el medio ambiente, siendo los biocombustibles versátiles tanto en su comercialización como en su aprovechamiento final.

## **II. Oportunidades de los biocombustibles:**

La biomasa se considera como una de las principales fuentes de energía renovable en el futuro, para la producción de biocombustibles que sustituyan a los fósiles y para la producción de energía eléctrica y eventualmente calor (Turrini,1999).

La utilización de la biomasa tendría un impacto despreciable en el calentamiento global, de manera que, los recursos de biomasa, si son manejados adecuadamente pues de ellos se obtienen también alimentos, pueden contribuir a una base sustentable de recursos y medio ambiente(Turrini,1999).

La biomasa contiene la energía que ha sido almacenada mediante fotosíntesis, la clave para acceder al contenido de energía de la biomasa es convertir la materia prima en una forma utilizable.

La producción y uso de todos los biocombustibles deben ir al compás de la sustentabilidad ambiental, y es conveniente incentivar el desarrollo y el uso de pautas

ambientales en todas las industrias de bioenergía. Lo que puede ser optimizado mediante una adecuada integración material y energética, incluso para productos de un alto valor agregado (González, González, Peralta, Laborde, 2005).

En esta necesidad, los biocombustibles por los antecedentes de conocimiento teóricos y prácticos acumulados, junto con la demanda de la práctica, se han constituido en un problema cardinal de la ciencia y la técnica, por lo que se requiere acciones en esta esfera del conocimiento y la actividad empresarial con mayor intensidad. Sin embargo es imperioso actuar sobre la formación de Recursos Humanos, la estrategia de investigación y la aplicación de los conocimientos en esta temática crucial para el futuro (Cunningham,2000), lo que permitirá "modernizar" la biomasa y por ende obtener los beneficios duales de un recurso barato, producido localmente. Estos son puntos importantes desde que las consideraciones ambientales son las conductoras para el cambio del presente.

No obstante lo anterior, la tendencia actual hacia la obtención de productos y energía a partir de fuentes renovables plantea problemas potenciales que deben ser evaluados cuando se intenta proponer alternativas viables., pues el uso de la biomasa en cualquiera de sus manifestaciones para biocombustibles presenta limitaciones o más bien barreras u obstáculos a superar para su empleo.

Estos referidos obstáculos para la obtención de biocombustibles pueden ser tomados antes como acicate, que como freno, para su desarrollo, consideremos que los factores primordiales para decidir el empleo industrial de una dada materia prima en la práctica, son: la disponibilidad confiable y continua en calidad y cantidad, y los aspectos económicos de los usos alternativos de la misma, esto a priori resalta en los obstáculos como una gran limitante, pero veamos el asunto desde otro ángulo:

Los materiales lignocelulósicos, formados por tres componentes principales: celulosa, hemicelulosas y lignina son los polímeros más abundantes en la naturaleza. De entre ellos, la madera constituye la mayor de las reservas, seguida por los residuos agrícolas y, en tercer término, los cultivos especiales.

Las consideraciones anteriores, llevan a proponer el análisis del uso óptimo de un recurso renovable en la producción de un insumo energético determinado -el etanol, el biodiesel, el biogas,etc- sin perder de vista la posible generación de coproductos de alto valor añadido que pueden ser fuentes alternativas de productos de alto valor agregado en procesos tecnológicos en que se aprovechen los logros que nos lega la naturaleza, en su maravilloso proceso de transformación de la materia primas. Recordemos que el empleo

de celulosa, hemicelulosa y lignina como base para la elaboración de productos químicos y energía es muy pequeño en relación con la cantidad de dichos recursos generada anualmente en el mundo y que en la producción de biodiesel se generan coproductos como la glicerina, etc que pueden ser fuente de una línea interesante de productos químicos.

### **III. La problemática económica y tecnológica en el desarrollo de nuevas tecnologías.**

No se puede aseverar a priori que el empleo de un determinado biocombustible en sustitución de un combustible tradicional proveerá una solución al problema del abastecimiento energético y de la contaminación ambiental, sino que será necesario efectuar un estudio detallado de cuáles son las condiciones locales de producción y disponibilidad de la biomasa, de fabricación del combustible, y de utilización en los vehículos.

Para ello se requiere una visión multilateral del problema a desarrollar y en ello no se puede olvidar que en la base de la competitividad de los procesos industriales está el desarrollo tecnológico, lo que como se conoce es más ahora, en la era del conocimiento, un problema de gestión del conocimiento.

En este sentido la introducción de los logros de la ciencia y la técnica es esencial, por lo cual debe asegurarse la vinculación entre el progreso científico técnico y las direcciones principales del desarrollo económico y social, para lo cual es premisa científica el estudio permanente y la asimilación activa de los avances de la ciencia y la técnica en el mundo.

La biomasa es probablemente la más pobremente documentada de todas las fuentes de energía porque es muy difícil obtener datos completamente precisos sobre su uso y los valores de las diferentes propiedades que se requieren para su industrialización. Sin embargo; por otro lado, los usos energéticos tradicionales de la biomasa, junto con una pequeña, pero creciente cantidad de modernos proyectos comerciales de bioenergía, forman una significativa proporción de la provisión de energía para una cantidad de países, y para la mayoría de la población mundial, lo que junto con el desarrollo científico actual permite abordar con éxito soluciones tecnológicas que antes no eran factible. En el plano científico internacional se requieren nuevos caminos en el desarrollo e intensificación de procesos, la industria de los biocombustibles no escapa de esta necesidad.

Por otro lado la diversidad de la biomasa permite abordar varias alternativas de

biocombustibles y varias fuentes para su producción que tendrán que resolver, para hacer competitivas sus producciones, aspectos logísticos, tecnológicos, ambientales y financieros que incluyen los problemas de escala y transporte que deberán ser evaluados en cada contexto específico.

Las producciones de biocombustibles son procesos típicos de la industria química y fermentativa en los cuales está presente una impronta de la época, de que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales, pues sin dudas, lo que distingue las épocas económicas una de otras, no es lo que se hace, sino el como se hace, requiriendo una prospectiva tecnológica que puede interpretarse en:

- Búsqueda de posibilidades
- Exploración de nuevos campos
- Localización de recursos

En el diseño de nuevas instalaciones de la industria química y fermentativa está presente la búsqueda de tecnologías basadas en conocimientos científicos cuya incorporación al sistema productivo permiten reducir costos, mejorar la calidad, ahorrar energía y materias primas escasas, a la par de aumentar la productividad de la fuerza de trabajo.

En adición a esto en la ingeniería química influyen variadas disciplinas y actividades entre las que sobresale entre otras, las tendencias hacia la versatilidad del equipamiento y la combinación de tecnologías, el desarrollo de la biología y la biotecnología, así como el desarrollo de nuevas técnicas de separación y purificación de los productos.

En específico resaltan entre otros resultados obtenidos en el campo biotecnológico los referidos a que :

- Algunos microorganismos capaces de utilizar la lignina como sustrato han sido evaluados como una alternativa biológica para el pretratamiento de materiales lignocelulósicos.
- Los hongos de putrefacción blanca pueden reducir el contenido en lignina de la madera sin provocar una rápida depolimerización de la celulosa, por tanto, en teoría, sería posible realizar una delignificación parcial sin pérdidas de celulosa. Sin embargo, un impedimento fundamental para esta técnica a nivel industrial, está representado por los días que requiere la citada digestión biológica.

- En un futuro no lejano los microorganismos podrán ser manipulados genéticamente, usando tecnología de recombinación de ADN, los mismos serán capaces de delignificar materiales lignocelulósicos en períodos cortos de tiempo y por lo tanto será un procedimiento de pretratamiento barato.

De aquí se desprende que las posibilidades de obtener biocombustibles a través de transformaciones microbiológicas que permitan la maduración tecnológica de las alternativas de aprovechamiento integral de la biomasa depende de la continuidad de la búsqueda de nuevas cepas, el mejoramiento de las existentes y el estudio básico de mecanismos de producción y secreción, estabilidad y actividad de las enzimas lignolíticas, así como del uso de adecuados métodos y equipos de separación de los productos resultantes que permitirán un oportuno aprovechamiento de los subproductos como materias primas para nuevos y valiosos coproductos, así como adecuadas integraciones materiales y energéticas de los procesos que garanticen por un lado la sustentabilidad energética y por otra la minimización de la agresividad al medio ambiente, seguidos de análisis económicos fundamentados en experiencias a escala piloto como mínimo.

### **3.3 Gestión del Conocimiento en la ingeniería química.**

La vida útil de una instalación industrial necesariamente se extiende hacia el futuro; por lo tanto su diseño óptimo debe tratar de asegurar las mejores condiciones futuras, de manera que mientras más incierto e impreciso es el pronóstico, más incierto e impreciso es el diseño óptimo. Sin embargo, lo característico es que acometamos solamente el paso inicial en una larga campaña de producción, que implicará la construcción de varios sistemas tecnológicos a través de los años, por lo que el pronóstico es indispensable debido a que los errores en las respuestas del sistema tecnológico a las demandas futuras son penalizados costosamente, lo que refuerza la necesidad de determinar el mejor tamaño inicial en un sistema de procesos, así como las variables requeridas para su diseño y construcción, lo que se logra con un acertado sistema de pronóstico que descansa en una adecuada gestión de conocimiento, en concordancia con una conducta proactiva que permita aprovechar las oportunidades que el desarrollo científico-técnico pueda brindar a la competitividad de las tecnologías que se instalan, previendo acciones de innovación tecnológica que permitan mitigar en el tiempo las amenazas y las debilidades de la tecnología instalada.

- Por lo anterior, es imprescindible al gerenciar el conocimiento en el diseño y escalado de los procesos de la industria química y fermentativa, considerar la incertidumbre para determinar la necesidad de la profundización científica a través de investigaciones previas. Lo que justifica en muchos casos que antes de diseñar la instalación para un proceso industrial se invierta en estudios encaminados a minimizar los puntos neurálgicos en la incertidumbre de los nuevos procesos industriales.

En adición, existen diferencias significativas en los costos de los productos que se fabrican utilizando tecnologías con esquemas integrados y no integrados de procesos para diseños en condiciones nominales; y por otro lado, la enorme expansión de la producción industrial tuvo sobre todo motivaciones económicas, y si no se consideran en lo adelante otros factores, puede representar un peligro para la existencia humana, lo que se reconoce en el concepto de desarrollo sustentable, que implica considerar el efecto de las decisiones del diseño sobre los parámetros de respuesta en lo económica, cualitativo y ambiental, lo que es complejo, pues, como han demostrado las modernas ciencias naturales, “..no se puede plantear el problema de alcanzar, simultáneamente, el extremo para dos o más funciones de una o varias variables”.(Orudzhev,1975)

A partir de los años 1980, la industria de procesos químicos comenzó a mostrar interés en la implementación de políticas que analizaran el flujo de contaminantes como flujos de materiales de valor que podían ser recuperados de manera efectiva. Debido a esto, en los últimos años se han observado avances significativos en la optimización y síntesis de procesos medio ambientales.

#### **IV. Problemas de incertidumbre en el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de biocombustibles.**

Como se comprende, las posibilidades de obtención de cualquier producto están determinadas principalmente por la existencia de materias primas disponibles y en segundo termino de tecnologías capaces de realizar su transformación en el producto deseado, de ello se infiere que sin biomasa no hay biocombustibles, sin tecnologías no hay transformación a biocombustibles, de manera que los dos problemas científicos esenciales de la producción de biocombustibles son sin dudas: en primer lugar resolver la adecuada disponibilidad de biomasa, sin perder de vista que en muchas ocasiones la tierra destinada para estos cultivos compite con la destinada a otros, o que la propia biomasa puede ser destinada a objetivos alternativos uno de los cuales sin duda será en muchas ocasiones la alimentación humana y en segundo lugar, lograr tecnologías competitivas y acordes con las exigencias del desarrollo actual.

Aspectos insoslayable aquí son, sin duda, que toda tecnología requiere energía y genera residuos, da lugar a costos (indicadores económicos), genera impacto ambiental, así como calidad del producto y es indudable que en la base está la tecnología de todos estos aspectos está la tecnología.

Si analizamos cada uno de estos aspectos encontramos lo siguiente:

Minimizar los costos requieren: eficiencia de conversión material y energética, aprovechamiento máximo de todas las posibilidades a través de un eficiente sistema de integración tanto material como energética, aprovechamiento de los subproductos del proceso como fuentes de nuevos y atractivos coproductos con una consecuente diversificación de las producciones en las instalaciones de biocombustibles, en los cuales la electricidad y la cogeneración abren muchas posibilidades como fuente alternativa de energía para la fabricación de coproductos.

El impacto ambiental: la verdadera solución es utilizar tecnologías más limpias que valoricen las posibilidades de los residuos del proceso tecnológico principal a través de la obtención de coproductos de alto valor agregado y los esquemas de producción integrados en lo material y energético lo que solo se logrará mediante el uso de subproductos con integración y tecnologías que tenga como respuesta no solo los indicadores tradicionales de calidad y costo de los productos principales, sino conducidas a un comportamiento favorable multiobjetivo con parámetros a optimizar también ambientales y de aprovechamiento de los subproductos como una manera de utiliza procesos más limpios.

El incremento de la Calidad del producto principal y los coproductos tendrá su fundamento en un optimo aprovechamiento de las materias primas, una adecuada integración material y energética y las tecnologías apropiadas para obtener más que residuos materias primas para coproductos, donde la eficiencia del sistema se busca no del optimo rendimiento del producto principal, sino del aprovechamiento de los recursos disponibles con una función múltiple a optimizar.

Este esfuerzo conlleva:

- Determinación de las posibilidades de nuevas materias primas
- Vigilancia Tecnológica, selección de tecnologías,
- Búsqueda incesante de nuevos métodos, integración.
- Definición nuevos proyectos con menor riesgo.

Así se avizoran con claridad las siguientes fuentes de materias primas, cuya existencia



promoverán el estudio de sus posibilidades transformativas y su evaluación como fuente alternativa para biocombustibles u otros destinos:

Para bietanol:

- Caña de azúcar,
- Maíz;
- Yuca (Mandioca)
- Remolacha azucarera,
- Plátanos y bananos;
- Residuos de la Palma Africana.
- Residuos lignocelulósicos.

Para biodisel:

- Jatropha,
- Higuera,
- Soya;
- Aceite de Palma Africana;
- Aceite de pescado.

Para biogás:

- Residuos sólidos Urbanos o industriales.
- Residuos de cosechas agrícolas como Algodón, Papa, Arroz, Camote, Yuca.
- Desechos orgánicos, colectados en grandes mercados de abasto,

Los Proyectos de investigación a ejecutar, de acuerdo con los estudio realizados en el contexto iberoamericano estarían destinados a :

- “Intensificación de la producción de etanol mediante el aprovechamiento integral de la biomasa, con nuevos esquemas y tecnologías”;
- Empleo de la biomasa para la generación de energía mediante procesos de combustión directa y gasificación”;
- Alternativas para la producción de biogás, electricidad y otros productos obtenidos de la digestión anaerobia de diferentes fuentes de biomasa”;
- Determinación de nuevas tecnologías para la producción de biodiesel en Iberoamérica;
- Valorización de residuos lignocelulósicos para biocombustibles.
- Valorización de residuos obtenidos en los procesos de obtención de biocombustibles.

- Obtención de Biocombustibles de alto valor agregado a partir de biomasa.

## **VI. Conclusiones:**

- Se requiere desarrollar procedimientos de Vigilancia tecnológica y asimilación de los crecientes adelantos de la Ciencia y la Técnica en la obtención de biocombustibles.
- Es necesario optimización del usos de los sustratos azucarados disponibles en los cultivos denominados energéticos;
- Se debe investigar en el aprovechamiento de los residuos agroindustriales como fuente de materias primas para la obtención de nuevos biocombustibles, empleando para ellos procesos biotecnológicos y extractivos de avanzada.
- Es necesario el desarrollo de procesos esquemas tecnológicos de integración que permitan la optimización de los recursos disponibles de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. La obtención de tecnologías más limpias, el incremento de la calidad de los productos y de los indicadores económicos.
- Debe considerarse en los procesos inversionistas para decidir la macrolocalización de las instalaciones, tanto los seguros cambios en la demanda de los biocombustibles como los muy probables en la disponibilidad de las materias primas.
- Se requiere profundizar en procesos de reconversión tecnológicas que permitan aprovechar las instalaciones agroindustriales existente como combinados productores de biocombustibles y otros coproducidos de un alto valor agregado contribuyendo con ello a la viabilidad técnico económica de las producciones tradicionales.

## **Bibliografía**

1. Cunningham, R. Energía –Biomasa- Iberoamérica. Colección Energía. Subprograma IV CYTED. Buenos Aires, 2000.
2. González Suárez, E. M. González Cortes, Luis M. Peralta Suárez, Miguel; A. Laborde. Investigative strategy for the material and energetic integration of the fuel cells and the hydrogen production to the bioethanol production from sugar cane. En Proceedings de HIPOTHESIS VI. Hydrogen Power Theoretical and Engineering Solutions Internacional Symposium. Ciudad de la Habana. 8 al 12 de mayo, 2005. ISBN:959-7136-32-5.

3. Orudzhev, Z. M.: La dialéctica como sistema, p. 239, Ed. de Ciencias Sociales, Ciudad de La Habana, 1978.
4. Turrini, E : El camino del sol. Un desafío para la humanidad a las puertas del tercer milenio. Cubasolar, 1999.