

## **Consultoría de investigación y desarrollo en la agroindustria de la caña de azúcar mediante la formación de recursos humanos**

### **Consultancy of investigation and development in the agroindustry of sugar cane by means of formation of human resources**

Marlén Morales Zamora <sup>1</sup>, Erenio González Suárez <sup>1</sup> Layanis Mesa Garriga <sup>1</sup>

Institución: <sup>1</sup>Centro de Análisis de Procesos. Facultad Química Farmacia. UCLV.  
Email: [marlenm@uclv.edu.cu](mailto:marlenm@uclv.edu.cu)

#### **Resumen**

En el trabajo se expone la experiencia y proyección del trabajo científico de una consultoría realizada a dos empresas azucareras para potenciar sus posibilidades de diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar, en un estrecho vínculo universidad–empresa y empleando como elemento catalizador la ejecución de actividades de superación en las propias empresas y la incorporación de los profesionales de las agroindustria a la búsqueda y formulación de alternativas de solución de los principales problemas del desarrollo diversificado de las industrias. Partiendo de una adecuada labor de diagnóstico de las demandas del mercado, disponibilidad de las instalaciones y vigilancia tecnológica de nuevas posibilidades se presentan más de 50 proyectos en ejecución que incluyen la reanimación y modernización, la reconversión de instalaciones existentes, así como la inserción de tecnologías de frontera para lograr los objetivos propuestos. La colaboración en la formación de recursos humanos con las empresas de la industria de la caña de azúcar permite adentrarnos en la problemática específica de sus respectivos desarrollo y con ello contribuir a la solución de sus problemas en una actividad interactiva de los asesores de superación con los propios profesionales de las empresas.

Palabras claves: Capacidades tecnológicas, consultoría, formación de profesionales.

#### **Abstract**

In the work, the experience and projection of scientific work of consultancy carried out to two sugar companies for potential their possibilities of diversification of agroindustry of sugar cane is exposed in a strait. The link university-company and using as catalytic element the execution of superación activities in the own companies and the incorporation of professionals from the agroindustry to the search and formulation of alternative of solution of main problems of diversified development of the industries. Leaving of an appropriate work of diagnostic of demands of the market, readiness of facilities and technological

surveillance of new possibilities is presented more than 50 projects in execution that include the reanimation and modernization, revamp of existent facilities as well as the insert of frontier technologies to achieve the proposed objectives. The collaboration in the formation of human resources with the companies of industry of sugar cane allows to go into in the specific problem of respective development and with to contribute to the solution of problems in an interactive activity of the superation advisers with the own professionals of the companies.

## **Introducción.**

Como se comprende, en un proceso de transferencia de tecnología es necesario elaborar decisiones en un sentido u en otro, desde luego. Siendo el rango de problemas que enfrenta una organización diverso muchas decisiones se repiten varias veces durante un día de trabajo, mientras que otras ocurren con poca frecuencia y pueden tener lugar sobre muchos años, tal es el caso de los procesos de transferencia de tecnología, por lo que requieren la máxima atención de la empresa.

Para la empresa la innovación tecnológica y la introducción de resultados científicos de frontera del conocimiento, se traduce, en último término, en un medio capaz de aportar mejoras concretas palpables en la Cuenta de Resultados. Eso normalmente plantea la cuestión del plazo en el que se espera que las investigaciones comiencen a dar sus frutos.

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido a la consultoría de empresas u organizacional en general como un servicio profesional de gran utilidad para ayudar a los directivos de las organizaciones a identificar y definir los principales problemas que afectan a sus organizaciones para alcanzar sus propósitos fundamentales, sus objetivos emanados de la misión, analizar las causas que lo provocan, identificando las causas raíces y proyectar acciones para su perfeccionamiento y que estas se implemente.

La investigación sobre técnicas para la solución de problemas surge como la continuación natural de los trabajos realizados en el área de toma de decisiones. Ya se hizo evidente la necesidad de lanzar una mirada más fundamental y microscópica hacia la toma de decisiones, y la técnica de solución de problemas, son una buena parte de ella, ya que para tomar una decisión apropiada se requiere utilizar criterios acertados que permitan determinar las medidas adecuadas para resolver problemas existentes y de mejoramiento de acuerdo al desarrollo futuro de la empresa.

Los estudios prospectivos y sus resultados deben ser considerados como elementos fundamentales en el proceso de planificación y gestión económica a los distintos niveles de la sociedad y, en términos más generales, como parte de los sistemas anticipatorios orientados hacia la formación de políticas de desarrollo y la toma de decisiones. La Prospectiva no sólo se ocupa del buen funcionamiento de las técnicas, también está adoptando, cada vez más, una forma de reflexión colectiva, una movilización de las mentes frente a las mutaciones del entorno estratégico.

La Gestión Tecnológica es una actividad cotidiana en las funciones empresariales que se rige por principios y métodos científicos, en particular referente a la ingeniería como vía de materializar a través de las tecnologías los adelantos de la ciencia y la técnica y esto sin duda debe hacerse con una visión prospectiva que incluya una valoración de los cambios necesarios en la empresa para enfrentar los retos que suponen los cambios de su entorno y que puede realizarse mediante la ayuda externa de consultorías para la innovación.

## **Materiales y métodos.**

### **1.1. Posibilidades y requerimientos para la Transferencia de Tecnología.**

La problemática científico técnica del entorno empresarial obliga a buscar formas que potencien este vínculo entre las universidades y las empresas de manera que se logre un mayor impacto en las empresas del conocimiento desarrollado, lo que indudablemente incide en la Política Científica de los Centros de Generación de Conocimientos.

En adición, se reconoce internacionalmente que para que una tecnología pueda ser transferida se requiere que al menos se cumplan entre otras las siguientes condiciones [1]

1. Que la tecnología cuente con el nivel de desarrollo tal que pueda permitirle al adquirente su utilización ventajosa en los procesos administrativos, de producción y comercialización.

2. Que la tecnología ofrezca realmente una oportunidad de negocio para la organización empresarial licenciataria.

3. Que la inversión que se realice por parte de la empresa sea rentable en periodos de tiempo aceptables para los mercados y sectores donde piensa competir.

4. Que los investigadores participantes en el desarrollo tecnológico se involucren en el proceso de transferencia, tanto en su asimilación, adaptación y mejora, como capacitando a los técnicos y especialistas de la empresa que trabajarán con ella.

Cuando se trabaja en un proceso de transferencia de tecnología las decisiones de la empresa pueden requerir responder muchos tipos de preguntas, que conforman la incertidumbre en un proceso de transferencia de tecnologías, entre otras las siguientes: ¿Cuál tecnología emplear?, ¿Cuál escala de producción, ¿Qué tamaño para la instalación?, ¿Cuán flexible deberá ser la instalación?, ¿Dónde deberá estar localizada la planta?, ¿Cómo será el financiamiento y la fuente de los equipos?, ¿Cómo deberán ser los empleados y como será su entrenamiento?, ¿De dónde serán suministrados los materiales?.

1.2. La incertidumbre en la elaboración de una decisión inversionista para la transferencia de una Tecnología. La incertidumbre siempre está presente en las decisiones y al formularse una decisión debe reconocerse que eventos son impredecibles. Frecuentemente, la incertidumbre está presente porque existen problemas de mercado y tecnología, así como cambios en las condiciones económicas y financieras que pueden contribuir a un fallo en los ingresos económicos previstos y que deben ser considerados en el proceso de transferencia de tecnología.

Una característica de las producciones de la industria química y fermentativa es su potencial alto impacto al medio ambiente, así por ejemplo el desarrollo de las producciones de derivados de la caña de azúcar, induce un incremento en el nivel de contaminación, lo que en muchos casos ha sido un factor que ha frenado el desarrollo de estas producciones y con ello las demandas de conocimientos científicos inmediatos, sin que haya existido una verdadera proyección en la búsqueda de tecnologías más limpias en el sector de generación de conocimientos.

Por otro lado, no siempre los resultados científicos generados tienen un 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 acabo necesario de los resultados para su transferencia al sector productivo.

En muchos casos, no se han superado, lo que internacionalmente se ha venido identificando como principales barreras para la cooperación entre los sectores de generación de conocimiento [2] y las empresas, por otro lado, no siempre se han potenciado de forma sistemática las razones que justifican un acercamiento entre ambas partes.

No obstante lo anterior, en general los grandes consumos energéticos pueden ser compensados y minimizados a través de una adecuada integración material y energética de los procesos, y el impacto ambiental negativo puede ser eliminado o atenuado con un adecuado uso y reuso del agua y otras corrientes del proceso y la aplicación de los diferentes tratamientos que protejan el medio ambiente y como se ha dicho en la búsqueda de alternativas tecnológicas más limpias. [3]

Así mismo, en el caso del uso de la biomasa, tenemos que el desarrollo de los derivados de la caña de azúcar, ofrece un variado número de alternativas, entre las que se puede seleccionar las más convenientes, de acuerdo con las condiciones locales, al mercado, y a las facilidades financieras. Los empresarios deben considerar la Diversificación como un complemento de la producción de azúcar que incrementará la eficiencia de la explotación de la caña, y dará mayor sostenibilidad a la economía azucarera. En lo anterior no debe olvidarse el enorme impacto positivo por su capacidad de síntesis de anhídrido carbónico que tiene el cultivo de la caña de azúcar.

Para elaborar una adecuada decisión en las actividades de transferencia de tecnología en los procesos que usan biomasa como materia prima, existen varios requerimientos entre los cuales podemos destacar los siguientes:

-La selección y evaluación de tecnologías a ser transferidas, para lo que requiere el desarrollo de metodologías para tal fin,

-La estructuración de mecanismos de información que posibiliten la búsqueda en el mercado internacional de aquellas opciones que resulten más convenientes para las características de las economías latinoamericanas,

-Una visión general para la compra de un paquete que considere tecnologías limpias, teniendo en cuenta que los procesos que usan la biomasa como materia prima son productores de residuos con alta carga contaminante.

Como se ha dicho, una de las formas más comunes de materializar un proceso de transferencia de tecnología es la ejecución de una inversión, por ello “en general debemos considerar que cuando se enfrenta un problema con múltiples objetivos”- como es el caso de una inversión- “será necesario sopesar las ventajas y desventajas de cada alternativa con relación a cada uno de los objetivos y realizar un balance de ellos” [4].

La complejidad y el carácter multiobjetivo de la evaluación de una inversión, que se realiza en el contexto de una transferencia de tecnología, viene dado por los crecientes requisitos que el desarrollo viene imponiendo a las inversiones, esencialmente incrementados estos factores por los requerimientos de impacto ambiental[5]. Así, en las últimas dos décadas el tema del medio ambiente ha pasado de la periferia al centro mismo del debate teórico y el proceso de toma de decisiones en muchas partes del mundo.

Como consecuencia de diversos aspectos dependientes de las características de cada instalación industrial, se originan durante la operación de los sistemas, volúmenes de residuos líquidos o gaseosos que reclama un sistema adecuado de tratamiento para evitar el impacto negativo al medio ambiente, no sólo a corto plazo, sino también a largo plazo a través de un efecto acumulativo, lo que ha inducido no solo la elevación de las exigencias de las actividades de Gerencia Ambiental, sino también requiere consideraciones de Gerencia de Seguridad.

Por lo anterior la evaluación integrada de aspectos y riesgos al medio ambiente, la salud y la seguridad significan un proceso efectivo, subrayando que para ello, se pueden necesitarse habilidades específicas.

### 1.3. Vías para minimizar la incertidumbre en la inversión para la transferencia de una tecnología.

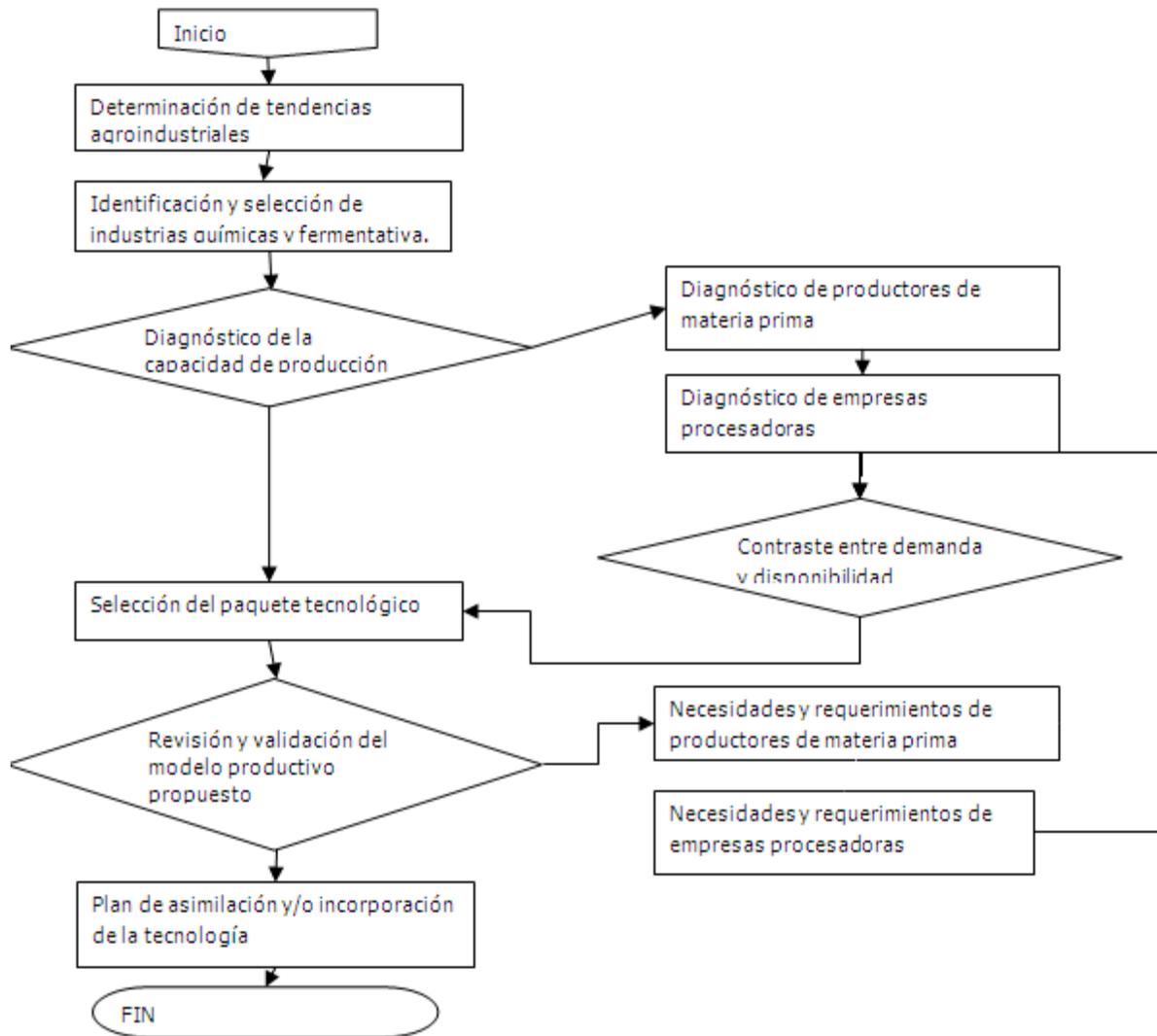
En un proceso de transferencia de tecnología que se materializa a través de una inversión, está presente la incertidumbre en el entorno de la ingeniería, pertinentes a los proyectos que son aspectos influidos por factores indeterminados, los cuales no siempre pueden ser examinados exactamente hasta después de todo el ciclo de vida de un proyecto, por lo que son tomados a riesgo, siendo imperioso minimizar ese riesgo.

#### 1.3.1. Los estudios previos inversionistas. Principios metodológicos y de organización.

El desarrollo de los estudio previos inversionistas en los procesos donde se usa la biomasa como materia prima, obligan a analizar variados aspectos reducir la incertidumbre en la transferencia de tecnología que estos procesos llevan implícito, como consecuencia de la versatilidad de las característica de la materia prima y la agresividad de los residuales. La ejecución de los Estudios Previos Inversionistas permite en un breve período de tiempo aportar fundamentos en el orden tecnológico, de sustentabilidad energética de impacto ambiental y de carácter comercial para la elaboración de una decisión en el proceso de asimilación de nuevas tecnologías.

Los Estudios Previos Inversionistas deben ejecutarse mediante la creación de una “Fuerza de Tarea” donde participen especialistas de alto nivel de las diferentes disciplinas de ingeniería, así como relacionada con los aspectos jurídicos, ambientales, comerciales y de seguridad de las instalaciones.

El siguiente esquema presenta la secuencia lógica a seguir en un estudio previo inversionista hasta llegar al plan de asimilación y o transferencia de la tecnología.



**Figura 1.** Diagrama del proceso para elaborar el estudio previo inversionista.

1.3.2. La consultoría innovativas en su interrelación con el desarrollo prospectivo de las instituciones y la solución de problemas tecnológicos.

Una alternativa para obtener un incremento de la capacidad de solución de problemas en el mundo empresarial., es un sistema de consultoría innovativas que enfoque la solución de los problemas de las empresas, con una visión prospectiva en alianza con centros de generación de conocimientos y que a su vez contribuya a la definición de las políticas científicas, de los Centros de generación de conocimientos haciendo crecer su aporte potencial de forma prospectiva.

La consultoría de empresas u organizacional en general se reconoce como un servicio profesional de gran utilidad para ayudar a los directivos de las organizaciones a identificar y definir los principales problemas que afectan a sus organizaciones para alcanzar sus propósitos fundamentales, sus objetivos emanados de la misión, analizar las causas que lo provocan, identificando las causas raíces y proyectar acciones para su perfeccionamiento y que estas se implemente. La labor actual del consultor como “agente de cambio”, implica la transferencia de conocimientos, Know How y la capacitación del personal de las organizaciones, de forma implícita o explícita.

La acción del consultor actual y el enfoque que generalmente se utiliza tiene como finalidad apoyar intensa y temporalmente a las organizaciones a realizar este proyecto y no ejecutarlo por sí mismo, de tal forma que sus directivos y trabajadores adquieran conocimientos y habilidades que lo conviertan en un verdadero consultor interno, agente endógeno de cambio en un proceso de mejora continua de los procesos y sus resultados.

Por ello es pertinente establecer las bases cognoscitivas para el incremento de la competitividad de una

empresa a través del vínculo con el sector de generación de conocimientos logrado mediante un sistema de consultorías que permita resolver los problemas que limitan el desarrollo de las empresas con una visión prospectiva que catalice una mejor definición de la política científica.

Por ello es conveniente conceptualizar tres elementos esenciales que su iteración permiten alcanzar valiosos resultados en el vínculo universidad empresa, a saber:

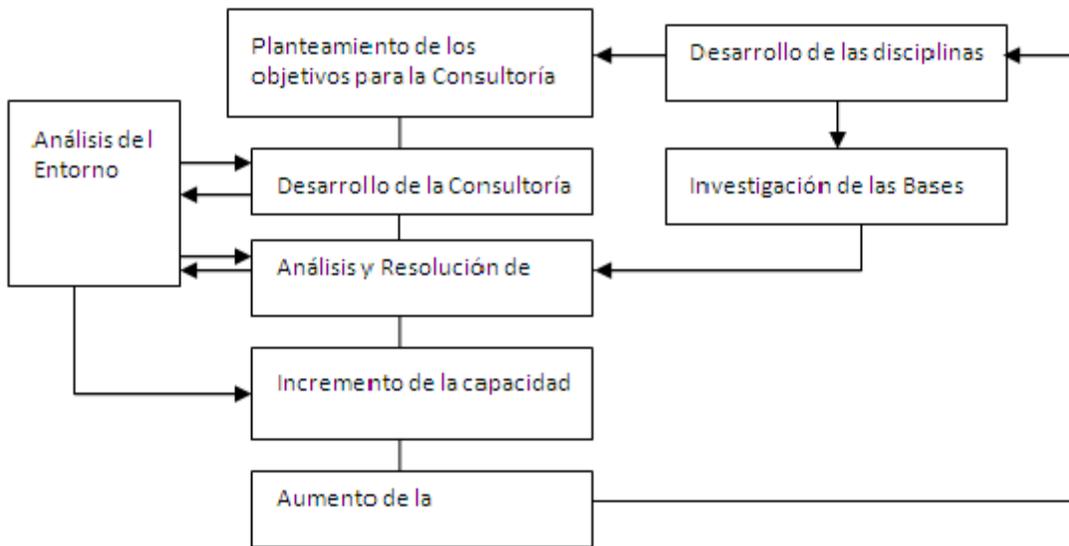
- Las Consultorías de empresas, como vía de crear los canales para transferir conocimientos;
- Los estudios de desarrollo prospectivo empresarial y su vínculo con la definición de políticas científicas en los centros de investigación;
- La solución de problemas tecnológicos mediante métodos de ingeniería, en particular el análisis y síntesis de procesos.

### 1.3.4. La solución de problemas tecnológicos mediante métodos de ingeniería

La investigación sobre técnicas para la solución de problemas surge como la continuación natural de los trabajos realizados en el área de toma de decisiones. Ya se hizo evidente la necesidad de lanzar una mirada más fundamental y microscópica hacia la toma de decisiones, y la técnica de solución de problemas, son una buena parte de ella, ya que para tomar una decisión apropiada se requiere utilizar criterios acertados que permitan determinar las medidas adecuadas para resolver problemas existentes y de mejoramiento. Sin embargo, resolver problemas de manera organizada y dirigida puede ser difícil porque no siempre se está familiarizado con los métodos “paso a paso” para atacar un problema, de allí nos interesa presentar una metodología sencilla para la resolución de problemas, enmarcada dentro de las tendencias actuales del Análisis de Procesos en la Industria Química.

### 1.3.5. Sinergia de las actividades de consultoría, desarrollo prospectivo y solución de problemas en la industria.

A continuación se presenta un diagrama que muestra las relaciones entre el desarrollo de las consultorías, el análisis y la resolución de problemas en la industria, la investigación, el entorno y el incremento de la capacidad de producción con vistas al aumento de la competitividad.



**Figura.2.** Sinergia entre los Centros de Generación de Conocimientos y las empresas

Análisis de resultados.

### 2.1 Estudios de casos en la agroindustria de la caña de azúcar.

La aplicación de estos conceptos han sido de muy útil aplicación en los trabajos de vinculación entre la estrategia de desarrollo de varias instituciones productivas y la definición de la Política Científica del colectivo de Investigación científica de Estrategia y Tecnologías para la obtención de productos químicos de alto valor Agregado de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Caso 1: Intensificación de las producciones de azúcar y derivados ya previstos. (CAI “Antonio Guiteras”) En este estudio, partiendo de una empresa azucarera altamente desarrollada, con altos niveles de diversificación en la mayor capacidad instalada de producción de etanol y levadura torula del país el objetivo de la consultoría fue lograr una intensificación de las producciones fundamentado en los criterios recogidos en la literatura nacional (González, e. 1991), para ello la consultoría incorporo los siguientes estudios:

- Análisis de la factibilidad de producir biodiesel de cachaza de caña de azúcar mediante la reconversión de la planta de cera cruda.
- Uso y recuperación de agua en todo el sistema industrial.
- Evaluación técnico económica del Impactos de las nuevas tecnologías en el uso eficiente de la energía.
- Asimilación de nuevas Tecnologías de Producción de Alimento Animal para mejorar la calidad de Vida de la Comunidad.
- Determinación de Influencia de la calidad de la materia prima en el proceso industrial de la fábrica de azúcar en la empresa azucarera
- Diseño de un sistema de Gestión de la Calidad en la fábrica de ron.
- Evaluación de los resultados del sistema de condensados

Caso 2. Reanimación de la competitividad tecnológica de una empresa. (CAI “Amancio Rodríguez”)

En este caso la consultoría estuvo dirigida a recuperar la competitividad tecnológica y económica de la empresa que se ha visto afectada por deterioro de las instalaciones y falta de incorporación de tecnologías más competitivas, para ello la consultoría incorporo los siguientes estudios:

1. Mezcla de sustratos para la producción de etanol.
2. Impacto de la utilización de los jugos filtrados mezclados con otros sustratos en la producción de etanol.
3. Rehabilitación de la instalación de producción de tableros;
4. Rehabilitación de la producción de furfural.
5. Introducción de la tecnología de producción de etanol de residuos de la producción de azúcar de caña (bagazo y paja de caña)

### **Conclusiones.**

1. Las consultorías de innovación desarrolladas en el vinculo Universidad –empresas, permiten una correcta selección de tecnologías de forma científica y tecnológicamente cuantificable.
2. La selección científicamente fundamentada de tecnologías conlleva a desarrollar criterios y las herramientas que permitan aplicar los procedimientos para casos específicos.
3. Es menester desarrollar y aplicar procedimientos que determinen el impacto de la incertidumbre de las tecnologías desarrolladas en los parámetros que caracterizan esas tecnologías, aspecto este que se puede incluir en las consultorías vistas como “Estudios Previos Inversionistas con la participación de los especialistas de las empresas.
4. Se necesita incluir, desarrollar y aplicar procedimientos, en las consultorías, para determinar el impacto de los cambios externos en la evaluación de las diferentes alternativas tecnológicas propuestas.

### **Bibliografía:**

1. Medellín Cabrera, E. L. R. Vega González. Evaluación de Tecnología: Herramienta de Gestión Útil para la Transferencia. Conferencia en Jornadas CYTED Antigua. 2004
2. Stollenwerk, M. F., F. Baratelli Jr., H. Dou, L. Quoniam: “Gestión estratégica de la tecnología e inteligencia tecnológica: el caso PETROBRAS. IBERGECIT’98. VI Seminario Iberoamericano en Actualización en Temáticas de Gestión Tecnológica. Matanzas, 1998
3. González Suárez, E. El pulpeo con etanol como alternativa para incrementar la competitividad de fábricas de papel mediante su desarrollo prospectivo integrado a industrias de la caña de azúcar. Páginas 242. Editado por CYTED. Ciudad de la Habana, 2004. Páginas 242. ISBN: 959-7136-30-90.
4. Rapoport; Anatol. *Decision Theory and Decision Behaviour*. MacMillan Press LTD. 469 páginas. 1998.

5. Seider, W. D.; Seader, J. D.; Lewin, D. R.. *Process Design Principles. Synthesis, Analysis, and Evaluation*. John Wiley & Son Inc. 824 páginas. 1999.

6. González Suárez, E. Aplicación del análisis de Procesos a la Intensificación de diferentes instalaciones industriales. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias, UCLV. 1991.