

APLICACIONES DE LA GESTIÓN
DE CIENCIA E INNOVACIÓN
EN LA INDUSTRIA QUÍMICA
Y FERMENTATIVA

Diana N. Concepción Toledo
Erenio González Suárez
Juan E. Miño Valdés



EDITORIAL UNIVERSITARIA

**APLICACIONES DE LA GESTIÓN
DE CIENCIA E INNOVACIÓN
EN LA INDUSTRIA QUÍMICA
Y FERMENTATIVA**

Erenio González Suárez
Juan Esteban Miño Valdés
Diana Niurka Concepción Toledo

EDITORIAL UNIVERSITARIA

APLICACIONES DE LA GESTIÓN DE CIENCIA E INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA QUÍMICA Y FERMENTATIVA

Erenio González Suárez

Juan Esteban Miño Valdés

Diana Niurka Concepción Toledo

EDICIONES ESPECIALES

EDITORIAL UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Cnel. José Fèlix Bogado 2160
Posadas – Misiones – Tel-Fax 0054 376 4428601

Correo electrónico:
ventas@editorial.unam.com.ar

Página web:
www.editorial.unam.edu.ar

Colección: Ediciones especiales
Coordinación de la edición: Claudio O. Zalazar
Armado de interiores: Javier B. Gimenez
Revisión técnica y corrección: Juan Esteban Miño Valdés

Aplicaciones de la gestión de ciencia e innovación en la industria química y fermentativa. Juan Esteban Miño Valdés; Diana Niurka Concepción Toledo; Erenio González Suárez. -1ª edición especial- Posadas: Edunam. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones, 2017. 114 p. ; 23 x 16 cm. ISBN 978-950-579-451-5
1. Ciencia. 2. Industria Química. 3. Educación Superior. CDD 540.7

Hecho el depósito de la Ley Nº 11.723
Impreso en Argentina
ISBN: 978-950-579-451-5
©Editorial Universitaria
Universidad Nacional de Misiones, Posadas, 2017
Todos los derechos reservados para la primera edición

SOBRE LOS AUTORES

Concepción Toledo Diana Niurka // Capítulos I, II, IV y VII

Licenciada en Educación / Máster en Gerencia de Ciencia e Innovación / Dra. en Ciencias de la Educación. Profesora Auxiliar e Investigadora / Facultad de Ciencias Sociales / Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas / Cuba.
Email: dianac@uclv.edu.cu

De la Cruz Aragonés María de Lourdes // Capítulo V

Ingeniera Química / Dra. en Ciencias Técnicas
Profesora Auxiliar e Investigadora / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Ciencias Aplicadas / Universidad “Ignacio Agramonte Loynaz” de Camagüey / Cuba.
Email: maria.aragones@reduc.edu.cu

González Cortés Meylin // Capítulo IV

Ingeniera Química / Dra. en Ciencias Técnicas
Profesora Auxiliar e Investigadora / Centro de Análisis de Procesos / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Química y Farmacia / Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas / Cuba.
Email: mgonzalez@uclv.edu.cu

González Suárez Erenio // Capítulos I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII

Ingeniero Químico / Dr. en Ciencias Técnicas / Dr. en Ciencias / PostDr. en Gestión Ambiental y Seguridad Industrial.
Profesor Titular e Investigador / Centro de Análisis de Procesos / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Química y Farmacia / Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas / Villa Clara, Cuba.
Miembro de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba.

Premio Nacional de Ing. Química 2013 de la Asociación de Química de Cuba.
Email: erenio@uclv.edu.cu

González Suárez Nicolás // Capítulos III y VII

Ingeniero Químico / Dr. en Ciencias Técnicas
Profesor e Investigador / Centro de Análisis de Procesos / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Química y Farmacia / Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas / Cuba
Email: ninglezsu53@gmail.com

Jerke Schuster Gladis // Capítulo VI

Bioquímica / MSc. en Tecnología de los Alimentos / Dra. en Ciencias Técnicas.
Profesora Adjunta e Investigadora / Módulo de Farmacia y Bioquímica / Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales / Universidad Nacional de Misiones / Argentina.
Email: diskega@yahoo.com.ar

López Bello Nancy // Capítulo VIII

Ingeniera Química / Dra. en Ciencias Técnicas
Profesora Titular e Investigadora / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Química y Farmacia / Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas / Cuba.
Email: nancyl@uclv.edu.cu

Medvedeff Gordo Martha Gladys // Capítulo VI

Bioquímica / Especialista en Microbiología Clínica / Dra. en Ciencias Técnicas
Profesora Adjunta e Investigadora / Módulo de Farmacia y Bioquímica / Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales / Universidad Nacional de Misiones / Argentina.
Email: mmedve@arnet.com.ar

Miño Valdés Juan Esteban // Capítulos I, II, IV, VI, VII y VIII

Laboratorista Químico Industrial / Ingeniero Químico / Especialista en Gestión de Ambiente y Producción / MSc. en Tecnología de los Alimentos / Dr. en Ciencias Técnicas / PostDr. en Gestión de Ciencia e Innovación en la Industria Química / PostDr. en Política Científica I+D+i para el desarrollo local.
Profesor Titular e Investigador / Dpto. de Física / Facultad de Ingeniería / Universidad Nacional de Misiones / Argentina.
Email: minio@fio.unam.edu.ar

Morales Zamora Marlen // Capítulos III y IV

Ingeniera Química / Dra. en Ciencias Técnicas
Profesora Auxiliar e Investigadora / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Química y Farmacia / Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas / Cuba.
Email: marlenm@uclv.edu.cu

Nápoles García Martha Faustina // Capítulo V

Ingeniera Química / Dra. en Ciencias Técnicas

Profesora Titular e Investigadora / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Ciencias Aplicadas / Universidad "Ignacio Agramonte Loynaz" de Camagüey / Cuba.

Email: martha.napoles@reduc.edu.cu / marta.napoles59@gmail.com

Ramos Miranda Fernando Eduardo // Capítulo VIII

Ingeniero Químico / Dr. en Ciencias Técnicas

Profesor Titular e Investigador / Dpto. de Ingeniería Química / Facultad de Ingeniería / Universidad de Cienfuegos / Villa Clara / Cuba.

Email: framos@ucf.edu.cu

ÍNDICE

CAPÍTULO I	
La gestión tecnológica en la industria de procesos químicos: un problema social de la ciencia y la técnica	13
CAPÍTULO II	
Postgrado para el desarrollo local en el vínculo Universidad– Empresa	25
CAPÍTULO III	
Aplicación del análisis de proceso en la asimilación de nuevas tecnologías para la modernización de una planta con alto deterioro	37
CAPÍTULO IV	
Contribución al impulso de la industria química en un país en desarrollo.....	47
CAPÍTULO V	
Aplicación de una estrategia de modificación de las instalaciones auxiliares en la reconversión de la agroindustria azucarera	59
CAPÍTULO VI	
Estrategia de investigación para evaluar el impacto de buenas prácticas productivas en la calidad microbiológica del azúcar y otros productos de alto consumo humano.....	73

CAPÍTULO VII

Posible impacto de las consultarías de innovación en el desarrollo prospectivo de la industria química y fermentativa, mediante la transferencia de tecnologías y la resolución de problemas de ingeniería en la industria 87

CAPÍTULO VIII

Aplicación de lógica difusa a la evaluación integral de alternativas de proyectos de reconversión azucarera en el concepto de biorefinería e integración de procesos 97

CAPÍTULO I

LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS QUÍMICOS: UN PROBLEMA SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Diana Niurka Concepción Toledo
Juan Esteban Miño Valdés
Erenio González Suárez

Introducción

El desarrollo económico y social en la región de América Latina y el Caribe, constituye una necesidad irrevocable para el destino de sus pueblos. La actividad científica y tecnológica, así como el proceso de innovación juegan un papel fundamental para cumplimentar este objetivo.

Es preciso conocer mejor los procesos técnicos, su impacto y sus inter-relaciones con la evolución económica para que, tanto los individuos como los gobiernos puedan comprender e influir en el progreso técnico y encausarlo (UNESCO, 1997). Por otra parte, es imprescindible orientar sabiamente el rumbo del conocimiento, ya que el vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología ha colocado a la humanidad en la cúspide del bien y del mal (Valdés et al., 2004).

En la *Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico* en la Conferencia Mundial sobre “La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso” (UNESCO, 1999), fue tomado como común acuerdo que la innovación debe contribuir a:

- a) elevar la calidad de vida de la población
- b) acrecentar su nivel educativo y cultural
- c) propiciar un genuino cuidado de calificación de los recursos humanos
- d) aumentar la competitividad de la economía
- e) disminuir los desequilibrios regionales

El mensaje transmitido en esta declaración enfatiza la tesis de que el compromiso del quehacer científico en la era actual, se encuentra bien lejos de la neutralidad y la superioridad racional y de que los

nuevos planteamientos críticos, interpretativos y valorativos, según acota Núñez (2007) reivindicaron nuevas formas de investigación responsable junto con la valoración y la intervención social de carácter democrático en los desarrollos científicos y tecnológicos.

Por tanto, se reafirma así que las innovaciones científicas y tecnológicas están ancladas sobre los condicionamientos políticos y sociales y que existe un marcado acento de la concientización pública y el control social sobre las mismas con un tratamiento sistemático de cuestiones éticas y políticas relacionadas con la gestión y la política en la ciencia y la tecnología así como en la evaluación de las consecuencias y de los riesgos derivados de la aplicación de las innovaciones científicas y tecnológicas.

El fortalecimiento del papel de la ciencia en aras de alcanzar un mundo más equitativo, próspero y sostenible requiere un compromiso a largo plazo de los hombres de ciencia radicados en las instituciones generadoras de conocimiento, el gobierno y toda la sociedad, en la que se procure que los beneficios derivados de la ciencia estén equitativamente distribuidos y encaminados a satisfacer las necesidades y aspiraciones del ser humano, siendo esta necesidad más apremiante en los países que avanzan por el camino del desarrollo.

Según datos de los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología (RICYT 2015) América Latina y el Caribe han presentado en los últimos 10 años, un crecimiento del 77% del PBI sobrellevando la caída que se produjo como producto de la crisis económica del 2008. Se percibió un aumento de los recursos económicos destinados a I+D que pasó de casi 27 mil millones en 2004 a más de 60 mil millones en el 2013 representando un 126%, sin embargo esta inversión constituye tan sólo el 3,5% del total mundial, siendo Brasil, México y Argentina los que encabezan este indicador, representando el 90% de la inversión regional. El resto de los países latinoamericanos invirtieron menos del 0,7%. En cuanto a los recursos humanos dedicados a I+D se registró un crecimiento del 47% entre 2004 y 2013, al pasar de 317.573 a 465.474 investigadores.

Es evidente la evolución positiva en los países de América Latina y el Caribe con relación a las tendencias actuales de la ciencia y la tecnología, no obstante aún queda mucho camino por recorrer pues estos indicadores aun no satisfacen sus demandas para alcanzar el desarrollo económico y social esperado.

Dicho de otra manera, en la medida en que la orientación de la investigación científica se dirija hacia la solución de problemas so-

ciales concretos será particularmente relevante para los países de América Latina y el Caribe, donde por ahora parece tener un mayor sentido pensar la apropiación social de la ciencia y la tecnología desde la utilización del conocimiento, y no tanto a partir del cuestionamiento (Polino et al., 2005)

De este análisis se deduce que es prioridad para los hombres de ciencia de los países latinoamericanos, encontrar vías que conduzcan al necesario desarrollo de sus economías, que respalden sus objetivos estratégicos que conducen al desarrollo económico y social. Es por esta razón que resulta imprescindible crear mecanismos con los que se organice de manera estratégica las actividades científicas y tecnológicas en la medida que el conocimiento que se genere, su aplicación y difusión sea pertinente en cada uno de estos países.

Desarrollo

Existe un consenso acerca de que el conocimiento constituye el factor más importante en el desarrollo económico y social. Es cada vez más frecuente el establecimiento de relaciones tecnológicas y sociales que posibilitan la transmisión de información y conocimiento entre países, territorios, organizaciones e individuos y lo cual contribuye a que se produzcan cambios en la cultura, la sociedad, la política y la economía.

A nivel mundial, toman auge fenómenos que impulsan a que la información y el conocimiento se inserten en los procesos tecnológicos. Tal es el caso de la globalización en la que se acortan las distancias en el plano de la comunicación y la interdependencia entre las empresas es elevada, dependiendo cada vez más unos de otros; el desarrollo de las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) con lo que se ha producido la informatización de la sociedad y el auge de los activos intangibles, siendo notable que los productos y servicios que poseen alta demanda en el mercado tienen como atributo fundamental al conocimiento a diferencia de los activos de naturaleza física o tangible. Por tanto, la propiedad intelectual y el capital humano marcan la diferencia entre una organización y otra.

Sin embargo, se reconoce que el conocimiento por sí mismo no transforma las economías o la sociedad, sino que puede hacerlo en la medida que se inserte en el marco de sistemas de ciencia, tecnología

e innovación, que posibiliten su incorporación al sector productor de bienes y servicios.

En estos sistemas se promueven, articulan y materializan los procesos de innovación y difusión tecnológica en la sociedad (generación, importación, adaptación y difusión de tecnologías) lo que implica, según refiere Quevedo (2009), reducir la dispersión de los esfuerzos científicos y tecnológicos y enfocar los recursos en aquellas actividades y proyectos que puedan generar una masa crítica y que tengan un mayor potencial para resolver los problemas prioritarios de nuestra región, refiriéndose a los países de América Latina y el Caribe.

Es por esto que en cada uno de ellos se implementen estrategias y políticas para la actividad científica y tecnológica en la que se planifique, dirija y controlen todos los esfuerzos para que esta actividad sea realmente relevante, pertinente y cuyos resultados impacten en el desarrollo socio-económico de su entorno.

En la declaración de Santo Domingo, la ciencia para el siglo XXI: Una nueva visión y un marco de acción (1999) se definieron como elementos fundamentales para tales estrategias los que a continuación se señalan:

- a) Prospectiva tecnológica y planificación estratégica de mediano y largo plazos a nivel gobierno (investigación científica y tecnológica, innovación y difusión técnica, indicadores de ciencia y tecnología, etc.),
- b) Movilización de recursos financieros y tecnológicos (gobierno y empresas),
- c) Planificación estratégica de la I+D determinación de prioridades, y evaluación de centros, programas y proyectos de investigación científica y tecnológica,
- d) Planificación estratégica de mediano y largo plazos a nivel empresas, incluyendo una estrategia de I+D de las empresas integrada al diseño y desarrollo de sistemas productivos,
- e) Rol y dimensión de los sistemas educativos y de capacitación,
- f) Rol de las innovaciones sociales en la motivación, capacitación y regulación de la fuerza de trabajo,
- g) Estructura industrial favorable a la inversión estratégica de largo plazo en capacitación continua e innovación,
- h) Organización y gestión tecnológica de la empresa (aprendizaje e innovación continua, capacitación continua, flujos de información y redes de comunicación,

- i) Redes de colaboración (vinculación) empresa-universidad,
- j) Interacciones entre: usuario-productor-investigador

Adicionalmente a estos elementos, González (2008) apunta que, se deben 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 tecnologías que se va asimilar y el diseño local de la tecnología más apropiada a la realidad de cada uno de los países.

La gestión tecnológica en la industria de los procesos químicos

Los procesos tecnológicos asociados a la industria química tienen como característica un impacto al medio ambiente, lo que en muchos casos ha sido un factor que ha frenado el desarrollo de estas y con ello las demandas de conocimientos científicos inmediatos, por lo que se le exige cada vez más al sector de generación de conocimientos una verdadera proyección en la búsqueda de tecnologías compatibles con el medio.

Como parte de las estrategias para la actividad científica y tecnológica en estas industrias, es importante tener en cuenta que todo el sistema de investigación, aplicación y difusión de los resultados que en ellas se obtengan, constituyen un proceso social en el que inciden no solo los aspectos técnicos, económicos y financieros sino que en igual medida, se toma en consideración las demandas y necesidades y los posibles impactos de la aplicación de cada uno de los resultados que se derivan de esta práctica científica.

Este aspecto se evidencia durante la etapa de desarrollo tecnológico, la que puede definirse como el proceso que, al tomar como base los trabajos de investigación, desarrollo e ingenierización, al interactuar con ellos y tener en consideración la necesidad social, así como las demandas actuales y potenciales de mercado, sirve de base para mostrar las posibilidades de aplicación práctica y económica de estos conocimientos, que facilitan la información requerida para los proyectos y diseños de ingeniería (Sáez; 1999).

Los resultados del trabajo de desarrollo tecnológico para ser llevados a escala industrial deben tomar en consideración e igualmente

ser avalados por las etapas de ingeniería de proyectos y de diseño del producto, las que incluyen, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Diagrama de flujo del esquema tecnológico;
- b) Definición primaria de las especificaciones de los equipos y otros elementos del sistema;
- c) Diseño de la Planta como un sistema integral, incluyendo los servicios con la calidad requerida, la protección del medio ambiente, la seguridad e higiene del trabajo, así como las buenas prácticas de producción;
- d) Proyecto ejecutivo de los equipos y otros elementos del proceso tecnológicos;
- e) Documentación técnica de puesta en marcha.

Aquí se combinan el trabajo de investigación aplicada y el de ingeniería. En el primero, el objetivo es la búsqueda de nuevos conocimientos siguiendo métodos científicos de observación y experimentación; en el trabajo de ingeniería como tal no persigue investigar, buscar nuevos conocimientos, sino utilizar los ya establecidos e integrarlos en la búsqueda de soluciones técnicas y económicas a problemas planteados por la sociedad.

Aunque en el proceso de nuevas tecnologías, investigadores e ingenieros interactúan estrechamente, sus misiones están muy bien definidas y diferenciadas. La creatividad está presente en ambos; unos en la búsqueda de nuevos conocimientos; otros en la integración novedosa de conocimientos establecidos.

En la literatura se reconoce que el principal acicate para la innovación es la apropiación de conocimientos tecnológicos. El cambio tecnológico involucra un proceso complicado y costoso y la diversificación de las producciones implica una voluntad política que garantice la perseverancia de su materialización. (González y Miño, 2015)

Es por ello, que en desarrollo de nuevas tecnologías se manifiesta con fuerza la problemática de convertir en términos económicos de producción y comercialización los conocimientos adquiridos en las etapas de investigación y desarrollo, enlazados con los conocimientos ya establecidos universalmente, que dan la posibilidad de generar una nueva tecnología.

Este proceso de interacción entre diferentes disciplinas es la ingenierización, la cual consiste en garantizar que, desde la propia es-

cala de laboratorio se tome la ruta adecuada hasta la realización final de la nueva tecnología con un enfoque técnico económico adecuado.

Un esquema básico para el trabajo de investigación, desarrollo e ingenierización de producciones en la industria química y biológica se ofrece en la Figura 1.1.

La asimilación de una nueva tecnología requiere la evaluación de la tecnología en el menor tiempo posible. Una tarea de tal magnitud requiere de criterios y métodos de evaluación. A la hora de evaluar tecnologías los inversionistas se plantean preguntas que favorecen el proceso de selección de la mejor tecnología, que no siempre pueden ser respondidas con la información técnica disponible, y en algunos casos ni por acciones de la Vigilancia Tecnológica. La asimilación de una nueva tecnología requiere la evaluación de la tecnología en el menor tiempo posible. Una tarea de tal magnitud requiere de criterios y métodos de evaluación. A la hora de evaluar tecnologías los inversionistas se plantean preguntas que favorecen el proceso de selección de la mejor tecnología, que no siempre pueden ser respondidas con la información técnica disponible, y en algunos casos ni por acciones de la Vigilancia Tecnológica.

En el caso del análisis económico se utilizan estimaciones del futuro para ayudar a tomar decisiones.

Estas estimaciones pueden ser incorrectas y en consecuencia se presentan, en algún grado los errores en los análisis económicos. El efecto de la variación en el estimado utilizado en los análisis económicos, pueden determinarse realizando los análisis de sensibilidad, estos constituyen estudios para ver de qué manera se alterará la decisión económica si varían ciertos factores. Entre los indicadores más recomendados para la realización de los mismos se encuentran el VAN, la TIR y el PRD, lo que para la industria de los derivados de la caña de azúcar ha sido reportado en la investigación científica (Lauchy; 2009).

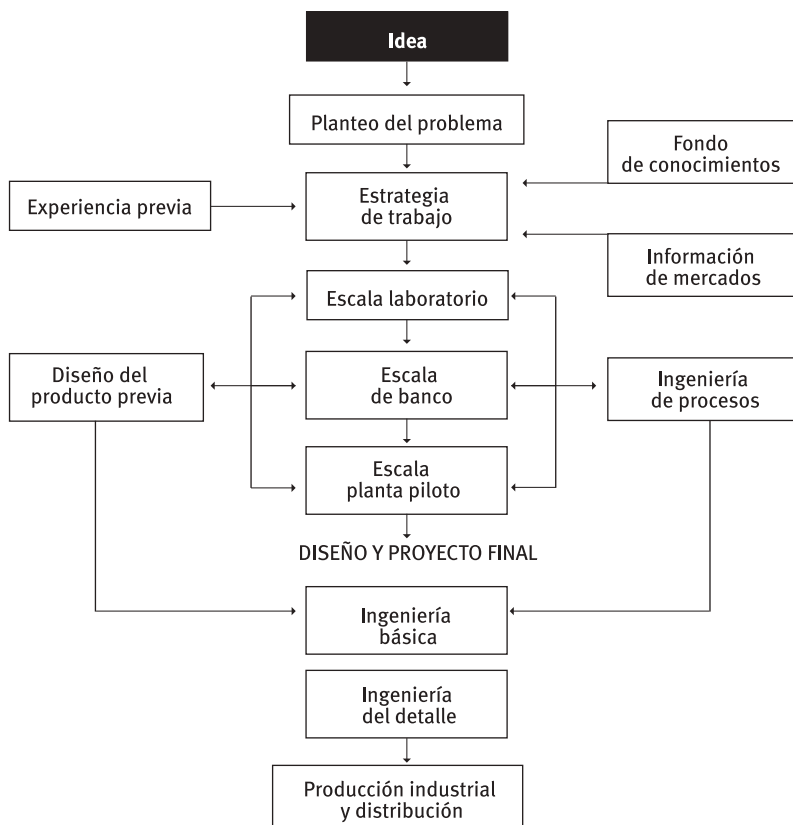


Figura 1.1.: Esquema del papel de la I+D y la ingenierización en el desarrollo de tecnologías típicas de productos de químicos o biológicos.

Fuente: Sáenz (1999).

En la Figura 1.2 se representa una secuencia de interrogantes que favorecen el proceso de evaluación y la selección de una tecnología.

Generalmente en los análisis de sensibilidad se utilizan estimaciones de los factores pertinentes: una estimación pesimista, una razonable y una optimista, lo cual permite estudiar la sensibilidad de la decisión para cada factor, involucrando una ponderación subjetiva de los factores sensibilizados.

Ante cualquier obstáculo para la selección de la tecnología, lo primero que debemos definir con exactitud es el objetivo a alcanzar y las restricciones para lograrlo, por ello debe estar bien definido que deben buscarse soluciones a los disímiles problemas que puedan presentarse en el orden tecnológico, económico y social, sin agredir el medio ambiente, por lo que el problema a resolver es de múltiples

propósitos; siendo una realidad que no se podrá alcanzar el máximo en todas las respuestas de un sistema de múltiples funciones, por lo que una solución de compromiso tendrá que ser la meta a alcanzar con el mayor rigor ético teniendo en cuenta el consenso básico sentenciado por Cutcliffe, (1990): “si bien la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, también traen consigo impactos negativos, de los cuales algunos son imprevisibles, pero todos ellos reflejan los valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico y tecnológico”.

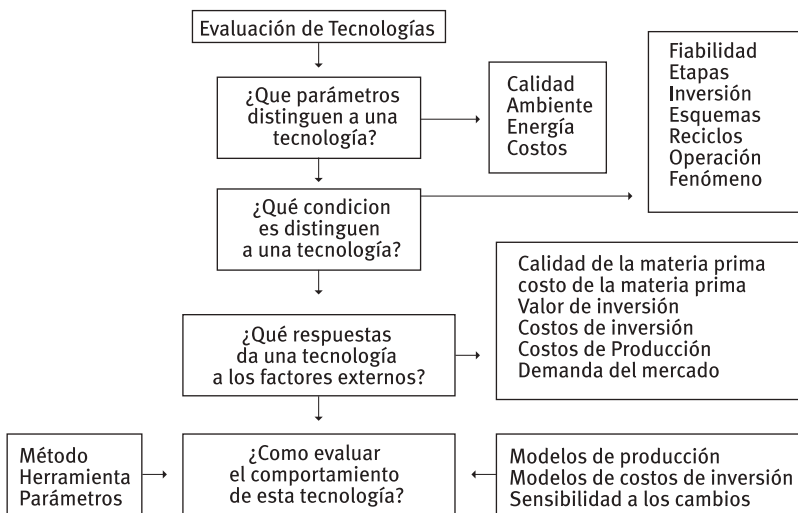


Figura 1.2.: Interrogantes que favorecen el proceso de selección de la mejor tecnología.

Fuente: Puchalski et al., 2008.

Conclusiones

La ciencia y la tecnología se consolidan como procesos sociales profundamente marcados por la civilización que requieren de una estimación cuidadosa de sus fuerzas motrices e impactos y un conocimiento profundo de sus interrelaciones con la sociedad, en la que los investigadores tienen una enorme responsabilidad sobre la aplicación de sus resultados científicos.

En América Latina y el Caribe, se asume un nuevo compromiso con la ciencia que debe abarcar objetivos explícitos, asumidos en conjunto por los gobiernos, el sector empresarial, las comunidades

científicas y todos los actores colectivos implicados para establecer cimientos sólidos para trazar estrategias y políticas a largo plazo con un carácter interdisciplinario para la ciencia, la tecnología y la innovación en aras de alcanzar el desarrollo humano autosustentable.

La percepción que la sociedad tenga de los científicos, las instituciones científicas y los resultados del conocimiento, así como la factibilidad de que se establezcan mecanismos más habituales para la canalización de demandas de conocimiento, estará en buena medida determinada por las formas en que la comunidad científica y las políticas de ciencia y tecnología integren a la sociedad en el sistema científico- tecnológico.

La industria de los procesos químicos de América Latina y el Caribe requiere establecer formas de cooperación entre centros científicos de países desarrollados en las que se estructuren a partir del establecimiento de agendas de investigación el aprovechamiento y la incorporación a la región de los conocimientos orientados a la conformación de capacidades científicas estables en los países en vías de desarrollo mediante la integración de las dimensiones económicas, sociales, culturales y ambientales.

Referencias Bibliográficas

1. Cutcliffe S. (1990)
“The STS curriculum: What have we learned in twenty years?”,
Science, Technology and Human Values, vol. 15, N° 3, pp. 360.
2. González, E. (Editor) (2008)
Estrategia de procesos en las nuevas tecnologías para la obtención de biocombustibles. Editorial CYTED. La Habana.
3. González, E. y Miño, J. (2015)
Acciones para la correcta terminación y valoración de los resultados en la industria química y fermentativa. Universidad Nacional de Misiones. Editorial Universitaria.
4. Lauchy Sañudo, A. (2009)
Diseño y aplicación de un procedimiento estratégico para la diversificación de la industria de los derivados de la caña de azúcar en Cuba. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Económicas. UCLV. Cuba.

5. Núñez, J. (2007)
La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.
6. Polino, C.; Fazio, M. E. y L. Vaccarezza (2003)
Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales. Grupo REDES. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior Número 5 / Enero - Abril 2003. Buenos Aires, Argentina.
7. Puchalski, C.; González Suárez, E.; Morales Zamora, M.; González Cortés, M. y L. Mesa Garriga. (2008)
Evaluación multilateral de tecnologías en los estudios inversionistas para la renovación de instalaciones industriales de procesos químicos y fermentativos / 15. *Centro Azúcar* 4 Octubre –Diciembre/2008.
8. Quevedo, V. (2009)
Tabloide universidad para todos. Curso Conocimiento e innovación para el desarrollo Parte 2. Tema 3 Gestión de la Innovación. Editorial Academia, La Habana.
9. RICYT (2015)
Indicadores Iberoamericanos/Interamericanos de Ciencia y Tecnología, Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología - RICyT. Disponible en www.ricyt.org.
10. Sáez, T. (1999)
Ingenierización e innovación tecnológica. En: *Tecnología y Sociedad*. Colectivo de autores GEST, Editorial Félix Varela, La Habana.
11. UNESCO (1999)
Conferencia Mundial sobre “La ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso”. Budapest, Hungría.

12. UNESCO (1999)

Declaración de Santo Domingo. La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción. Montevideo, Santo Domingo.

13. Valdés, C.; Hernández, L.; Pimentel, L.; López, N.; Flores, M. (2004)

Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Selección de lecturas. Editorial Félix Varela. La Habana.

CAPÍTULO II

POSTGRADO PARA EL DESARROLLO LOCAL EN EL VÍNCULO UNIVERSIDAD – EMPRESA

Diana Niurka Concepción Toledo
Juan Esteban Miño Valdés
Erenio González Suárez

Introducción

La universidad que se califique de innovadora, debe ser capaz de gestionar el conocimiento y promover la innovación mediante la interacción con el entramado de actores colectivos, contribuyendo al despliegue de sistemas locales, regionales, sectoriales y nacionales de innovación, así lo pronunció Rodolfo Alarcón Ortiz, en el pasado 10mo. Congreso Internacional de Educación Superior durante la Conferencia Inaugural. También declaró que la conexión entre la universidad y el desarrollo local constituye un eslabón importante, lo que provoca que cada vez más a que las universidades sean consideradas instituciones clave en los procesos de producción, difusión y uso del conocimiento relevante, elementos básicos para emprender la búsqueda de solución a los problemas que enfrentan los territorios en cada una de sus áreas y contribuir de esta manera, al desarrollo económico y social.

Las relaciones que establece la universidad y su entorno, aspecto que justifica su pertinencia, se logra con efectividad si los actores locales incorporan las capacidades de conocimiento y tecnologías que se generan de la actividad investigativa, a las prácticas que se desarrollan en los territorios, en la medida que se produzca y circulen los conocimientos alineados con las necesidades y demandas de la sociedad, los sectores productivos y las comunidades.

Los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PEyS, 2011), plantearon cambios radicales en la concepción del desarrollo económico y social territorial. Ante este reto, el Ministerio de Educación Superior (MES), como parte de sus objetivos de trabajo para el período 2012-2016, define entre sus

áreas de resultados clave (ARC), el impacto económico y social de esta enseñanza y declara el desarrollo local como objetivo, aspecto que constituyó una innovación organizacional en este sistema. (Díaz-Canel, 2012)

Esto condujo a la búsqueda e implementación de estrategias para llevar a cabo iniciativas a través de las cuales se reconociera el papel activo de la universidad en la vida económica, cultural y social de los territorios y que contara con el apoyo de los gobiernos locales y la colaboración y participación activa de sus actores como aliados estratégicos para alcanzar una integración interdisciplinaria e interinstitucional con el entorno económico y social. Solo así se reconocerá su sentido crítico, renovador y transformador en la sociedad.

Concepción de una vía para la Gestión del conocimiento

Estos fundamentos y tomando como eje central la gestión del conocimiento, entendida como la acción de colaborar en la identificación de problemas locales, que requieran del conocimiento para su solución y contribuir a identificar las organizaciones o personas que pueden aportarlo para luego construir los nexos, las redes y los flujos de conocimiento que permitan la asimilación, evaluación, procesamiento y uso de estos conocimientos; se decide conformar y poner en práctica una estrategia que se desarrolló durante el período 2012-2015.

A partir de vínculos previamente establecidos entre la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, específicamente de las Facultades de Ingeniería Química y Ciencias Sociales y el municipio Aguada de Pasajeros de la provincia de Cienfuegos, se decidió generar un sistema de acciones teniendo como objetivo gestionar el conocimiento y la innovación a través de la actividad de posgrado en función de buscar posibles soluciones a un grupo de demandas en el orden científico, tecnológico y social que prevalecían en el territorio y de esta forma, activar el rol de la educación superior en función del desarrollo local.

Organización de una experiencia

La primera etapa estuvo dirigida a la realización de un diagnóstico a partir del cual se procedió al análisis interdisciplinar de las demandas científicas y tecnológicas emitidas por los actores deci-

sores con influencia en estos procesos. A partir de este análisis se definieron aquellas que serían atendidas en el estudio y se designaron los responsables en cada una de ellas así como el asesoramiento y coordinación de las acciones, todo lo cual contó con la aprobación del gobierno del municipio y el apoyo de los recursos materiales y humanos requeridos para colaborar en este empeño.

En una segunda etapa se examinaron todas las propuestas de los temas de investigación que se originaron de las demandas establecidas, las que fueron evaluadas y aprobadas por el Comité Académico de la Maestría y del Consejo Científico de la Facultad. Se inicia la actividad de posgrado a través de la Maestría Gerencia de la Ciencia y la Innovación que tuvo como particularidad que el proceso de investigación desde sus inicios se centraría en la búsqueda de una solución con un basamento científico a cada una de las demandas consignadas.

Las temáticas de investigación requerían de un trabajo interdisciplinar e interactivo en el que se conjugaron la experiencia acumulada en el ejercicio de su profesión y la gestión del conocimiento con lo cual desarrollaron capacidades que se traducían en un aprendizaje para la adquisición, producción y uso de conocimientos y su combinación para enfrentar cada una de las tareas para ofrecer soluciones basadas en el conocimiento a los problemas prácticos.

Aunque se realizaron estudios en diferentes áreas del conocimiento, un peso fundamental recayó en temáticas referidas a la agroindustria azucarera, esfera de gran importancia en el municipio, si se tiene en cuenta que su base económica es eminentemente agrícola, que descansa fundamentalmente en esta rama y aunque enfrenta condiciones adversas que repercuten negativamente para desplegar la búsqueda de soluciones a las demandas planteadas en su banco de problemas y a la introducción de los resultados científicos y tecnológicos en sus áreas.

Por otra parte, esta industria como ninguna otra, ha tenido a lo largo de la historia de nuestro país, un enorme impacto local y cultural. Su valor no es únicamente económico, sino que se le adiciona su enorme repercusión en la sociedad y de manera particular en la localidad.

Atendiendo a las consideraciones, se procedió a la formulación y aprobación de proyectos empresariales entre la UCLV y la Empresa azucarera para ser ejecutados mediante el vínculo universidad-empresa. Fueron concebidos a partir de las demandas establecidas por

la UEB “Antonio Sánchez”, las que estaban contenidas en su banco de problemas y que se correspondían con la Política Científica del Departamento Ingeniería Química de la UCLV y constituyeron el núcleo de la estrategia a partir de los cuales se definieron 7 de los temas de investigación en la maestría. Los proyectos aprobados fueron:

1. Estudios previos inversionistas para la asimilación de tecnologías en la industria química a partir de los resultados de la investigación científica y el conocimiento.
2. Formación conjunta de doctores en nuevas tecnologías para la obtención de etanol y productos químicos mediante el uso integral de la caña de azúcar.
3. Gestión de tecnologías para intensificar los procesos de producción de derivados en Covadonga.
4. Fortalecimiento de la capacidad de gestión de tecnologías en la fábrica de azúcar Antonio Sánchez con vistas el incremento del desarrollo social y económico de su entorno.
5. Fortalecimiento de la capacidad de gerencia de ciencia y tecnología en la Empresa Azcuba Cienfuegos a través de la preparación para la gestión del conocimiento en el vínculo universidad-empresa.

Para su ejecución se contó con un representante por cada una de las partes involucradas: por la UCLV, un doctor en ciencias específicas y por la empresa, un directivo; a quienes se les asignaron funciones determinadas para garantizar el cumplimiento de los objetivos trazados, tales como:

El representante de la universidad:

- Coordinar las actividades del proyecto desde la universidad;
- Coordinar la tutoría y el asesoramiento a los estudiantes durante la práctica laboral, por parte de los docentes-investigadores, especialistas y directivos de la industria;
- Desarrollar la investigación científica en función de la búsqueda de solución a una demanda específica planteada en el proyecto
- Conciliar la introducción de los resultados científicos obtenidos durante la ejecución del proyecto al contexto de la industria;
- Coordinar la publicación de los resultados científicos obtenidos durante la ejecución del proyecto en revistas de impacto internacional;

- Presentar ponencias con los resultados científicos obtenidos durante la ejecución del proyecto en eventos científicos nacionales e internacionales.

El representante de la empresa:

- Coordinar las actividades del proyecto desde la empresa;
- Coordinar el asesoramiento a los estudiantes durante la práctica laboral y la investigación para el trabajo de diploma;
- Desarrollar la investigación científica en función de la búsqueda de solución a una demanda específica planteada en el proyecto y que se vincula al ámbito en que se desempeña;
- Elaborar la fundamentación teórica y económica de la introducción de los resultados científicos al contexto de la industria;
- Coordinar la publicación de los resultados científicos obtenidos durante la ejecución del proyecto en revista de impacto nacional;
- Presentar ponencias con los resultados científicos obtenidos durante la ejecución del proyecto en eventos científicos nacionales.

Desarrollo de la experiencia

El coordinador del proyecto, asignó las acciones a desarrollar a docentes-investigadores y a especialistas y directivos de la industria como participantes en el proyecto, de acuerdo a la actividad laboral que desempeñaban y la demanda a resolver.

Otro elemento importante y de gran valor lo constituyó la inclusión en tareas específicas de los proyectos a estudiantes del 4to año de la carrera Ingeniería Química durante la etapa de la práctica laboral y a los docentes-investigadores de esta carrera que impartieron docencia en este grupo, y que a su vez eran responsables de actividades de la práctica laboral.

La ejecución de las acciones planificadas para cada uno de los sujetos implicados, se llevó a cabo atendiendo a las particularidades, posibilidades e intereses individuales y colectivos los que se basaron en las relaciones interdisciplinarias durante la participación y cooperación para el cumplimiento de las tareas del proyecto.

Los especialistas y directivos, se matricularon en la **Maestría en Gerencia de la Ciencia y la Innovación**, impartida por los docentes-investigadores de la UCLV en el propio contexto de la industria. Las actividades evaluativas se diseñaron bajo la concepción de aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas teóricas recibidas y se coordinó establecer un sistema de evaluación

a través de la orientación de actividades con un enfoque interdisciplinar, que permitiera evaluar los contenidos de cada asignatura a partir del análisis integral como un todo, perfilar el diseño de la investigación del maestrante y valorar desde una visión integral, la posible introducción del resultado científico que se gestaba al contexto de la industria.

Los resultados científicos que se fueron obteniendo de forma parcial, se presentaron en eventos científicos organizados dentro y fuera de la universidad y la industria. Los estudiantes presentaron ponencias en el Fórum Científico Estudiantil a nivel de facultad y los trabajos científicos premiados fueron presentados en este mismo evento pero a nivel universitario.

Los especialistas y directivos presentaron ponencias en el Fórum de Ciencia y Técnica de la empresa y a nivel municipal y los docentes-investigadores presentaron ponencias en eventos de carácter nacional e internacional. También se publicaron artículos en libros y revistas que contaron con la autoría de los sujetos que se implicaron en la actividad.

Estas acciones condujeron a elevar la visibilidad científica de la UCLV e investigativa de la industria, se incrementaron las publicaciones y se incentivó la participación en eventos territoriales y locales en los que se expusieron los resultados científicos y a su vez, contribuyó a la retroalimentación acerca de los avances y transformaciones actuales en las temáticas en que se desarrollaba la investigación.

Las investigaciones realizadas tuvieron las siguientes temáticas y objetivos:

1. Diseño de un sistema de gestión ambiental en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Derivados en la empresa azucarera “Antonio Sánchez”.

Objetivo general: diseñar un sistema de gestión ambiental lograr producciones más limpias.

2. Sistema de gestión de ciencia e innovación tecnológica en la Unidad Empresarial de Base de la empresa azucarera “Antonio Sánchez”. Estudio de caso.

Objetivo general: Proponer un sistema de gestión de ciencia e innovación tecnológica para la atención al Productor en la Unidad Empresarial de Base “Antonio Sánchez” del municipio Aguada de Pasajeros, en la provincia Cienfuegos.

3. Sistema portable de conocimientos científico técnico agropecuarios para los productores del municipio de Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: elaborar un Sistema Portable de Conocimiento Científico Técnico Agropecuario dirigido a los productores del municipio de Aguada de Pasajeros.

4. Gerencia del proceso inversionista para introducir un proyecto de mejora en la fábrica de azúcar “Antonio Sánchez”

Objetivo general: elaborar un procedimiento para presentar propuestas de una fábrica de azúcar de nuevo tipo ajustado a las condiciones de su entorno que posibilite las bases para la implementación de la innovación tecnológica en todos los procesos, con acciones que aseguren su efectividad y sostenibilidad.

5. Sistema de gestión de la información de los indicadores productivos en la Empresa Agropecuaria “1ro de Mayo”.

Objetivo general: Proponer un método de proceso de cómputo y análisis de la información para el control estadístico integral de las actividades agropecuarias.

6. Diseño de un sistema de gestión de la calidad en la fábrica de ron “Antonio Sánchez”.

Objetivo general: Diseñar un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la NC ISO 9001:2008 e ISO 22000:2005 ya que al implantarlo logra un aumento de sus ingresos por concepto de ventas debido a la sostenibilidad en el mercado. Un sistema de gestión de la calidad puede ayudar a su empresa a definir su rumbo y mantenerlo.

7. Diseño del sistema de gestión energética en la planta de Torula de la UEB Derivados “Antonio Sánchez”.

Objetivo general: identificar los objetivos globales de eficiencia antes de cualquier actividad de desarrollo y encontrar la estrategia óptima para llevarla a cabo. Estos objetivos pueden ser, los requerimientos energéticos, minimización del consumo de energía, maximización de la eficiencia del proceso.

8. Organización de la zafra azucarera en función del rendimiento y la eficiencia energética

Objetivo general: Elaborar una propuesta de Organización de la zafra azucarera sobre la base del tiro directo de la caña en función del rendimiento y la eficiencia energética.

9. Propuestas de alternativas para mejoras tecnológicas en la destilería ALFIC S.A.

Objetivo general: proponer alternativas de mejoras tecnológicas, mediante el estudio del proceso y análisis de factibilidad, que permitan aumentos de eficiencia industrial y reducción de costos de producción en la destilería ALFIC SA.

10. Estrategia educativa ambiental para el logro del desarrollo sostenible en la agricultura cañera de Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: dotar a los cooperativistas, familias rurales y gobierno local de una herramienta práctica, dinámica y ajustable a diferentes medios productivos para fortalecer la educación ambiental pretende además involucrar a la familia rural sobre las prácticas agroecológicas.

11. Programa de capacitación dirigido a los productores de ganado bufalino en la Empresa Agropecuaria Primero de Mayo.

Objetivo general: Elaborar un programa de capacitación sustentado en el vínculo teoría práctica desde el puesto de trabajo para contribuir a la preparación de los productores en el manejo y cuidado del ganado bufalino en la Empresa Agropecuaria Primero de Mayo del municipio Aguada de Pasajeros.

12. Sistema de acciones para reducir las dificultades que presentan las mujeres dirigentes en el desempeño de sus funciones

Objetivo general: diseñar un Sistema de acciones que contribuyan a reducir las dificultades que presentan las mujeres dirigentes de Aguada de Pasajeros en el desempeño de sus funciones.

13. Diseño de una aplicación informática para el registro, control y seguimiento en los consultorios en Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: Diseñar una Aplicación informática para el registro, control y seguimiento de la dispensarización en los consultorios.

14. Diseño de un plan estratégico de marketing para el área de cafetería en la Unidad Básica de Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: Diseñar un plan estratégico de marketing para incrementar la calidad de los servicios gastronómicos en el área de cafetería en la Unidad Básica “Conejito” Aguada de Pasajeros.

15. Regulaciones jurídicas para efectuar la contratación en el sector privado

El objetivo general trazado: Fundamentar los elementos que dificultan el éxito del proceso de contratación a terceros de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida Patricio Lumumba del municipio Aguada de Pasajeros.

16. Procedimiento para determinar las condiciones que inciden de modo relevante en la gestión del conocimiento para el desarrollo local.

Objetivo general: Diseñar un procedimiento que determine las condiciones que en el municipio Aguada de Pasajeros inciden de modo relevante en la gestión del conocimiento para el desarrollo local.

17. Estrategia de comunicación dirigida a disminuir los intentos de suicidio en adolescentes de Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: diseñar una estrategia para perfeccionar la comunicación entre padres e hijos adolescentes del municipio de Aguada de Pasajeros para contribuir a la disminución de los intentos de suicidios en la adolescencia.

18. Estrategia de gestión intersectorial para mejorar la calidad de vida del adulto mayor. Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: Diseñar una estrategia de gestión intersectorial para mejorar la calidad de vida deseada en el adulto mayor vinculado a las casas de abuelos en el municipio Aguada de Pasajeros.

19. La información a un clic de distancia: sitio web para la gestión de datos estadísticos y científico técnicos en Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: Diseñar un Sitio Web que permita recopilar, analizar, publicar y darle vida útil a la información estadística y científico técnica que se atesora en Aguada de Pasajeros.

20. Modelo teórico - metodológico para la consolidación de valores en adolescentes de la secundaria básica Capitán San Luis de Aguada de Pasajeros.

Objetivo general: ¿Cómo contribuir a la consolidación en valores en la Secundaria Básica “Capitán San Luis” del municipio Aguada de Pasajeros?, y como objetivo: Elaborar un modelo teórico - metodológico para la consolidación en valores de los estudiantes de la Secundaria Básica “Capitán San Luis” en el municipio de Aguada de Pasajeros, que garantice la articulación e integración armónica y coherente de las políticas, normativas, estrategias y acciones formativas, para contribuir a que este proceso sea eficaz y desarrollador.

21. Estrategia de preparación para el tratamiento legal a los asegurados por conducta antisocial debido al alcoholismo en Aguada de Pasajeros.

Objetivo General: Proponer una estrategia de preparación para el tratamiento legal a los asegurados por conducta antisocial debido al alcoholismo.

Resultados

Es importante señalar que los resultados científicos alcanzados y los aportes de estos trabajos investigativos constituyeron propuestas para la solución a las demandas establecidas en la etapa inicial de esta estrategia y las que se vinculan de forma directa a la agroindustria azucarera, responden a las demandas establecidas en los proyectos empresariales, los que reúnen los requisitos necesarios para su introducción en el contexto industrial.

Conclusiones

- Es factible explorar nuevas vías para la gestión del conocimiento a partir de la búsqueda de soluciones a un problema específico. Esto favoreció el trabajo en equipos interdisciplinarios que conduce a la producción, el intercambio y la aplicación de los conocimientos bajo un enfoque sistémico e interdisciplinar a partir del aporte individual, la creatividad y el consenso colectivo para la toma de decisiones.
- A través del trabajo conjunto entre la universidad, el gobierno local y el sector empresarial se desencadenó un proceso donde se sistematizan e integran los conocimientos, habilidades, valoraciones y experiencias de la actividad individual y colectiva en torno a un problema que se origina en la práctica y que se transforma con la incidencia de cada uno de los sujetos.
 - Se fortaleció la formación profesional del estudiante, al establecer vínculos directos con su perfil profesional, que les favoreció poner en práctica e integrar los conocimientos adquiridos y se incrementó la retroalimentación de los docentes-investigadores lo que favorece la actualización de los conocimientos de los especialistas y directivos.
 - Se incrementó la visibilidad de la actividad científica universitaria expresada a través de las publicaciones y la presentación de los resultados en eventos científicos locales, territoriales y nacionales así como se fortaleció su pertinencia social.
 - Como parte de este accionar se revierte en que se logra obtener una masa crítica de conocimientos en el municipio con una preparación

pertinente y una cultura científica que les permite gestionar el conocimiento en función de impulsar el desarrollo local, su participación activa en programas de desarrollo y en la toma de decisiones estratégicas para la implementación de los resultados obtenidos como parte del accionar científico.

- Todos los resultados aquí expresados fueron reconocidos y aceptados por las entidades implicadas en la investigación y respaldados por avales de dichas entidades donde reconocen el aporte económico y social de los resultados y de su introducción en la práctica.

Referencias bibliográficas

1. Alarcón, R. (2016)
Conferencia inaugural Universidad innovadora por un desarrollo humano sostenible: mirando al 2030. En Universidad 2016 - X Congreso Internacional de Educación Superior.
2. Díaz-Canel, M. (2012)
“Hacia un impacto económico y social de la educación superior. Revista Nueva Empresa, Vol. 18, N° 1.
3. PEyS. (2011)
Lineamientos de la Política Económica y Social del Gobierno Cubano.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE PROCESO EN LA ASIMILACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MODERNIZACIÓN EN EL CASO DE ALTO DETERIORO DEL ESTADO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN

Nicolás González Suárez
Erenio González Suárez
Marlen Morales Zamora

Introducción

La planta estudiada inició sus trabajos en 1980, empleando como materia prima el cloruro de sodio, y obteniendo por vía electrolítica sosa cáustica y cloro líquido. El elemento más importante de la instalación es la etapa de electrólisis con catorce celdas de cátodos de mercurio y ánodos metálicos de titanio, después de la cual la sosa cáustica y el cloro obtenido reciben un proceso de beneficio.

En su operación, la planta ha presentado problemas con el alto nivel de hidrógeno de cloro, lo que afecta la seguridad de su operación (por peligro de explosión), y ocasiona un bajo rendimiento productivo de cloro y sosa cáustica por día de producción y cantidad de materias primas procesadas, con incidencia en la eficiencia económica de la instalación por inestabilidad y días fuera de operación.

Por todo lo anterior se realizó el análisis de procesos con los siguientes objetivos:

- Determinar las condiciones para poder operar la planta con niveles aceptables de hidrógeno en cloro, eliminando los riesgos de operación y las interrupciones de la planta por esa causa.
- Determinar las condiciones de las materias primas y estado técnico de la instalación que permiten elevar la producción y el rendimiento de recursos materiales.
- Determinar los factores que inciden en la eficiencia económica de la instalación y encontrar vías para su incremento.

Particularidades de la aplicación del análisis complejo de procesos en el caso estudiado

La etapa de profundización científica demostró que en el análisis se requería:

- Elaborar criterios para la evaluación del estado técnico de las celdas electrolíticas.
- Determinar los niveles alcanzables de eficiencia electrolítica del proceso y recomendar vías para su incremento.
- Determinar las condiciones de operación que permitan mantener el por ciento de hidrógeno en cloro en niveles aceptables para la seguridad de la instalación, considerando en esto, tanto el efecto de la calidad de las materias primas como el valor de las variables inherentes al proceso, por lo que las soluciones deben lograrse de un análisis más integral.
- Estudiar el efecto económico de alcanzar niveles aceptables de hidrógeno en cloro sobre la base de operar en condiciones óptimas.

Se decidió analizar las celdas electrolíticas desde el doble aspecto de su estado técnico y el efecto que sobre su funcionamiento tiene la calidad de las materias primas, por lo que, a diferencia de otros análisis complejos, la investigación se concentró inicialmente en esta etapa, aunque desde un enfoque multilateral.

El análisis del comportamiento de las variables de respuesta de la sala de celdas mediante cartas de control [1] según las normas cubanas [2], permitió detectar irregularidades en su comportamiento, por lo que se decidió controlar el comportamiento de cada celda antes y después de los mantenimientos programados, mediante el estudio de los índices de exactitud y estabilidad de sus parámetros de respuesta, lo que no sólo es factible, sino recomendable para diagnosticar la necesidad de un mantenimiento y calidad de los ejecutados. [3] (ver figura 1).

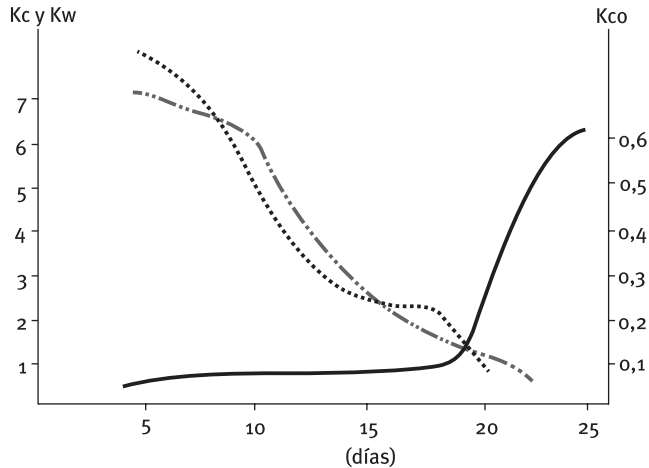


Figura 1: Variación de los índices de exactitud, estabilidad y aptitud en las celdas electro-líticas.

El segundo aspecto fue el estudio de la eficiencia electrolítica, que según la literatura puede estar afectada por impurezas metálicas [4], para ello se realizó una investigación a nivel industrial controlando la eficiencia electrolítica (Y_w) y el por ciento de hidrógeno en cloro (Y_2) como variables de respuesta y el contenido de magnesio (C1), hierro (C2) y de otras impurezas metálicas (C3), así como el pH de la salmuera y la densidad de corriente en las celdas (A_m) como variables de entrada al sistema [5], obteniéndose los modelos del tipo siguiente:

$$Y_w: 75,2754 - b_1 \cdot C1 + b_{am} \cdot A_m - b_2 \cdot C2 - b_5 \cdot C5 \quad (1)$$

$$Y_2: 2,49 + b_2 \cdot C2 - b_{am} \cdot A_m + b_3 \cdot C3 - b_{ph} \cdot PH \quad (2)$$

Aquí, se hizo evidente la influencia de la calidad de la sal en la eficiencia electrolítica y el nivel de hidrógeno en cloro, pero también los parámetros vinculados a la operación de las celdas, por lo que se decidió realizar un estudio global sobre todos los factores que inciden en la producción de cloro y sosa cáustica en la planta, con la ayuda del modelo matemático del proceso principal de la instalación, es decir, omitiendo el estudio y modelación de las etapas de tratamiento de cloro o la de síntesis de ácido clorhídrico.

La modelación del proceso tecnológico incluye las seis etapas a las que se redujo el proceso en su síntesis. [6] (Ver figura 2)

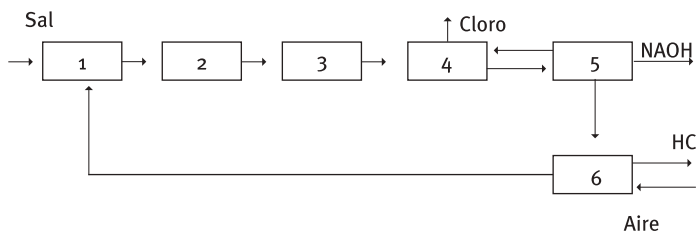


Figura 2: Diagrama del proceso tecnológico principal de la planta de cloro sosa.

Etapa 1: Tratamiento inicial de la salmuera.

Etapa 2: Filtración.

Etapa 3: Acidificación.

Etapa 4: Celdas.

Etapa 5: Descomponedores.

Etapa 6: Decloración.

Los modelos de las etapas se elaboraron par- tiendo de los datos del control operacional del proceso, lo que incluyó tanto las premisas vinculadas a la confiabilidad de los datos y la representatividad de la muestra de la población en estudio [7], como la normalidad de las variables del proceso. [8]

Los pasos para la obtención del modelo global agregado del proceso tecnológico fueron señala- dos en el procedimiento general propuesto, agregando los modelos a través del método matricial para el caso de procesos con reciclo.

Esto permitió obtener un modelo global de forma matricial, que incluye entre los parámetros de respuesta el por ciento de pureza del cloro y la producción por hora, de manera que se encontró un sistema de ecuaciones de la forma descrita por Kafarov. [9]

$$0 = [C1] \begin{pmatrix} Y_{10} \\ Y_{11} \\ - \\ - \\ Y_{n-1} \\ Y_n \end{pmatrix} + [B1] \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ - \\ - \\ X_{21} \\ X_9 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Ec.3}$$

$$\begin{pmatrix} Y_{16} \\ Y_{17} \\ y_{47} \end{pmatrix} = [C2] \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_{11} \\ + \\ + \\ Y_{n-1} \\ Y_n \end{pmatrix} + [B2] \begin{pmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \end{pmatrix} \quad \text{Ec.4}$$

Estos modelos permiten determinar las condiciones de operación para obtener un mínimo de nivel de hidrógeno en cloro, mediante la utilización de la ecuación de este parámetro como función objetivo y manteniendo el resto como restricciones del Simplex. [10]

A través de la ecuación general del costo de producción y con ayuda de la expresión de la eficiencia electrolítica, se logró desarrollar una función lineal del costo de producción en función de las variables tecnológicas, lo que permitió aplicar el Simplex con la función de costo e incluyendo el por ciento de hidrógeno en cloro como restricción, y encontrar que las condiciones de mínimo costo permiten bajos niveles de hidrógeno en cloro para condiciones estables de la calidad de la sal [11]. De estos resultados se determinó para diferentes niveles de intensidad de corriente, desde 90 hasta 115 kA, el empleo de nueve hasta catorce celdas, y a tres niveles de eficiencia electrolítica la posibilidad de obtener un efecto económico de hasta 12 632,50 pesos anuales. Los modelos obtenidos permitieron estudiar el efecto que tendría en el proceso la instalación de un sistema de tratamiento de la sal, que excluyera de forma estable la presencia de cationes desfavorables en la salmuera, empleándose para ello una optimización a dos niveles de la siguiente manera [12]:

1. Establecer el nivel de Mg por eliminar. Calcular el costo de la instalación de tratamiento.
2. Determinar para ese nivel de Mg las condiciones de mínimo costo.
3. Calcular el efecto económico de la instalación.
4. Estudiar la posibilidad de incrementar la eficiencia del sistema de tratamiento.
5. Calcular el efecto económico de cada una de las instalaciones en comparación con las condiciones óptimas sin tratar la sal.

El cálculo de la inversión se hizo de acuerdo con el diseño tecnológico de la instalación, y su costo determinado con ayuda de los métodos de estimación reportadas por la literatura. [13, 14]

El estudio para la intensificación del proceso se completó a través del análisis de la fiabilidad del proceso, la que, debido a la pérdida de la vida útil de varios sistemas de bombeo, disminuye rápidamente por debajo de un 50% para toda la instalación (Fig. 3), lo que puede mejorarse mediante la reposición de algunos equipos y el incremento de la calidad del mantenimiento. Aquí, se incluyó un reajuste de la planificación de mantenimiento de la industria y se previó en la

inversión la reposición de los sistemas que perdieron su vida útil, para lo que se desarrolló lo que se denominó el proyecto de estabilización de la instalación.

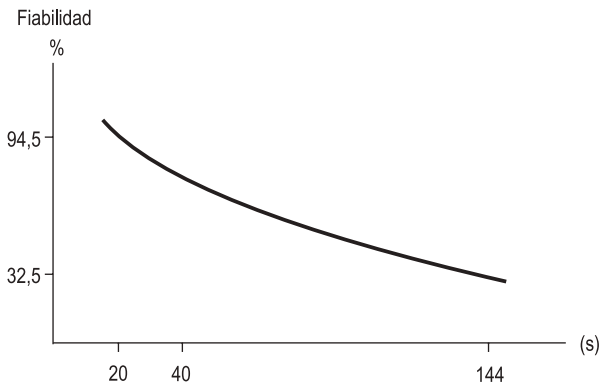


Figura 3: Variación de la fiabilidad de la instalación con el tiempo.

Como consecuencia de este estudio se lograron los siguientes resultados:

- Un procedimiento normalizado para el control del estado técnico y la calidad de las reparaciones de las celdas electrolíticas.
- Se determinó la eficiencia electrolítica y la capacidad real alcanzable en la instalación.
- Se determinaron las condiciones de operación para minimizar el por ciento de hidrógeno en cloro e incrementar la seguridad operacional de la planta.
- Medidas para incrementar la disponibilidad de la instalación y operarla en condiciones óptimas.

Conclusiones

1. Es factible establecer un control operativo del estado técnico de las celdas electrolíticas a través de un procedimiento normalizado fundamentado en los índices de exactitud, estabilidad y aptitud medidos de acuerdo con las normas vigentes.
2. Es factible minimizar los costos de operación incrementando la eficiencia electrolítica y la capacidad real alcanzable en la planta, a través de las condiciones óptimas de operación y de calidad de las materias primas.

3. Los resultados de la optimización del proceso, considerando la sensibilidad de la eficiencia y la capacidad de la instalación a las variaciones en la calidad de la salmuera, aconsejan evaluar las inversiones para incrementar su calidad antes de ser empleada en el proceso industrial.

4. Es factible lograr un incremento de la eficiencia económica de la instalación y de la compatibilidad ambiental de la misma mediante un proceso inversionista, que incluya la estabilización del proceso industrial que debe ser considerado como una primera etapa de la solución definitiva para el desarrollo ambientalmente compatible, y energéticamente sustentable de la instalación industrial de la clorosa, que debe abarcar la modernización de la instalación.

Recomendaciones

1. Que se establezca el control operativo del estado técnico de las celdas electrolíticas a través del control de los índices de exactitud, estabilidad y aptitud.

2. Que se opere la instalación industrial en las condiciones que se han determinado óptimas, dando especial atención a los sistemas para garantizar la calidad de las materias primas.

3. Que se profundice en la factibilidad tecnológica y económica de la modernización de las celdas electrolíticas, mediante un proceso inversionista que incluya las tecnologías más avanzadas para estos procesos industriales.

Bibliografía

1. Juran, J. M. (1974)

Quality Control Handbook, New York, Mc Graw Hill, págs. 1-39. NC92-11: Índices para medir la exactitud y la estabilidad de las operaciones tecnológicas.

2. González, E.; González, N.; Pequeño, M.; Flores, E. (1992)

Efecto de la fiabilidad de los equipos en la estrategia inversionista de la Planta de cloro sosa. 188 VI Conferencia Científica del ISJAE, Cuba.

3. Belej, J. (1978)
Problematik der Katalytischen wasserstoff abscheidung beider chloralkalielektrolyse nach dem Amalgan verfahren”, Chem. Techn., 30 (7): 537- 360.
4. Flores, E.; González, N. (1988)
Influencia de las impurezas de la sal en el proceso electrolítico de la planta de cloro sosa, Lecturas sobre la aplicación del Análisis de Procesos Químicos, UCLV.
5. Flores, E.; González, E.; González, N. (1989)
“Obtención de los modelos de la etapa de electrólisis en la Planta de Cloro Sosa”, Tecnología Química, Año X, N° 1, págs. 23-39.
6. Mesa, M.; Cardoso, G.; González, M. C. (1986)
“Análisis preliminar para la modelación matemática de un proceso industrial”, III Conferencia de Ciencias Técnicas de la UCLV, H-1.
7. Mesa, M.; Cardoso, G.; Savedra, B. (1986)
“Estudio de la normalidad de las variables que intervienen en etapas del proceso tecnológico de la producción de cloro y sosa”, Lecturas sobre Aplicación de Métodos Matemáticos en el Análisis de Procesos Químicos, UCLV, págs. 36-43.
8. Kafarov, V. (1976)
Cybernetic Methods in Chemistry and Chemical Engineering, Moscow, MIR, págs. 464-470.
9. Ruiz, M.; Águila, Li.; González, E.; González, N. (1992)
Condiciones para la ganancia óptima en una Planta de cloro y sosa”, Tecnología Química, Año XIII, N° 2, págs. 37-40.
10. González, N.; Ruiz, M.; Rosa, E.; González, E.; Rodríguez, J. (1990)
“Análisis de alternativas para la intensificación de la Planta de Cloro Sosa”, Quimindustria ‘90, Cuba.

11. Oquendo, H.; González, E.; Rosa, E. (2005)
“Análisis de Factibilidad de un Proyecto Inversionista”, en Los estudios previos para minimizar la incertidumbre en la absorción (asimilación) de tecnologías que emplean la biomasa como fuente de productos químicos y energía, González Suárez, E. Editado por CYTED, Buenos Aires, págs. 154, ISBN: 959-16-0305-3.
12. Peters, M. S.; Timmerhaus, K. D. (1971)
Plant Design and Economics for Chemical Engineering, La Habana, Edición Revolucionaria, págs. 140-141.
13. González, N.; González, E.; Galián, C. E.; Morales, M. (2006)
Aplicación del Análisis de Procesos en la Asimilación de Nuevas Tecnologías en la Industria Química, Aceptado para Publicar CENTROAZÚCAR 2006, Número II.

CAPÍTULO IV

CONTRIBUCIÓN AL IMPULSO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN UN PAÍS EN DESARROLLO

Erenio González Suárez
Diana Niurka Concepción Toledo
Juan Esteban Miño Valdés
Meylin González Cortez
Marlen Morales Zamora

Resumen

Acorde con las metas estratégicas de la industria química y los requerimientos específicos para países del tercer mundo se definieron tareas científicas, inmediatas que se demandan.

Se consideró que el desarrollo competitivo de la industria química, contienen un nivel de riesgo que podrá disminuirse en la medida que se despeje la incertidumbre en cualquiera de sus manifestaciones. Por ello, es conveniente considerar para el desarrollo de la Industria Química, los aspectos concernientes a:

- La gestión de conocimientos e industrialización
- La prospectiva tecnológica para el desarrollo sostenible y ambientalmente compatible.
- Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios para el desarrollo industrial
- El riesgo y la incertidumbre en la evaluación de inversiones en instalaciones de la industria química y fermentativa.

Por ello, esfuerzo colectivo que, en el contexto de la colaboración internacional entre Universidades del sur, se ha divulgado en tres obras científicas.

Palabras clave: Industria química, gestión, conocimiento, inversiones, incertidumbre.

Introducción

En el Siglo XXI las metas estratégicas de la Industria Química requieren de una proyección científica que está determinada por un esquema que considere la interdependencia entre:

- a) Los objetivos de importancia para la sociedad;
- b) Los fundamentos y métodos de la Ingeniería Química;
- c) Las aplicaciones en los Procesos Industriales.

La Ciencia y la Innovación Tecnológica genera impactos que permiten cambios duraderos en la economía y el medio ambiente reflejado en sus indicadores, así como de investigación científica que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías, manifestándose además en el surgimiento y consolidación de determinados sistemas tecnológicos que al actuar de conjunto, expanden su acción hasta producir una verdadera modificación en los patrones y en el comportamiento de la economía y la sociedad en su casi totalidad, siendo esta su característica esencial, modificando cualitativamente parte de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción vigentes.

Es conveniente considerar para el desarrollo de la Industria Química, aspectos concernientes como:

- a) La gestión de conocimientos e industrialización;
- b) La disponibilidad de materia primas para la obtención de productos químicos,
- c) La prospectiva tecnológica para el desarrollo sostenible y ambientalmente compatible,
- d) Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios para el desarrollo industrial,
- e) Las vías para la terminación y transferencia de tecnologías a través de la colaboración internacional,
- f) El riesgo y la incertidumbre en la evaluación de inversiones en instalaciones de la industria química y fermentativa.

Desarrollo

Lo anterior, justifica el esfuerzo colectivo que mediante la colaboración entre universidades del sur, se reivindica en esta contribución ordenada en cuatro temas, ellos son:

Tema I Gestión de conocimientos e industrialización (Concepción et al; 2016)

En el contexto internacional resalta la importancia de las transformaciones que en los diferentes niveles social, político, económico y tecnológico están sucediendo en las últimas décadas.

Por otro lado, en el diseño de nuevas instalaciones de la industria química y fermentativa no debemos perder de vista que, en la actualidad, en la economía mundial ocurre una globalización de los mercados, caracterizada por una competencia creciente, que presiona hacia la búsqueda de tecnologías basadas en conocimientos científicos cuya incorporación al sistema productivo permiten reducir costos, mejorar la calidad, ahorrar energía y materias primas, a la par de aumentar la productividad de la fuerza de trabajo. La incidencia de las materias primas en la producción se ve desplazada por el creciente peso del conocimiento en ella, en lo que se ha dado en llamar: desmaterialización de la economía. Los avances en la Industria Químico Farmacéutica y la Biotecnológica han promovido el desarrollo de técnicas de separación y purificación y con ello, de nuevas oportunidades de aprovechamiento, como materia prima, de residuos y corrientes intermedias.

Es entonces necesario, reforzar la estrategia socio-económica aplicada, que incorpore el conocimiento y los avances de la ciencia y las tecnologías, a las necesidades del desarrollo de los procesos de la Industria Química y Fermentativa.

Se requiere pasar de la perspectiva tecnológica tradicional a una perspectiva tecnológica basada en: la búsqueda de posibilidades, la exploración de nuevos campos y la localización de recursos; para lo cual debería cumplirse una Previsión Global, cualitativa y múltiple con el requisito de ser instrumento para la acción.

La Gestión Tecnológica en las industrias, es la gerencia proactiva y sistemática de todos los factores, acciones y herramientas asociadas con la adquisición o generación de nuevo conocimiento en la empresa desde el momento inicial de concepción de un proyecto hasta la optimización del producto en el mercado.

Lo anterior justifica 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 lo que no se deben descartar los aspectos referidos a la calidad de la seguridad de la instalación.

Tema II Prospectiva Tecnológica para el desarrollo sostenible y ambientalmente compatible de la industria química. (González et al, 2016)

En el caso específico de Cuba, es de vital importancia lograr este desarrollo competitivo en la revitalización de estos sectores de la economía, por ello se requiere dedicar grandes esfuerzos a este proceso siguiendo una metodología que combine los Estudios Prospectivos y el Análisis Complejo de Procesos (ACP) considerando la incertidumbre, para el desarrollo de la industria química y fermentativa.

Lo fundamental no es por tanto obtener una visión aislada del aspecto tecnológico en el futuro, separada de los demás elementos o “piezas” de la vida económica y social, sino examinar el lado tecnológico en estrecha conjunción con los restantes ingredientes de la actividad de la organización; la influencia de la tecnología sobre ellos y de estos sobre la primera. Por lo que no es posible realizar un estudio de Prospectiva Tecnológica sin considerar los modernos métodos de ACP.

Por otro lado, tradicionalmente la industria de procesos químicos ha tenido su base de desarrollo en los recursos mineralógicos y en especial de los combustibles fósiles, sin embargo, sin desdeñar su utilización, el progreso humano preservado el medio ambiente aconseja explorar otras fuentes de materias primas.

El uso de la biomasa como fuente de materias primas ha estado siempre presente en las alternativas de producciones para su desarrollo, sin embargo en la actualidad los bioproductos han evolucionado hasta de índices de valores agregados de la materia prima de 5 valores en los menos ventajosos hasta 20 en los productos de elaboración más complejos.

En específico, el desarrollo potencial de la industria de la caña de azúcar en el concepto de biorrefinería ha sido adecuadamente argumentado (González y García; 2013) y en esa potencialidad está presente las posibilidades del fraccionamiento de la caña azúcar para su aprovechamiento integral, siendo el proceso organozolv de pretratamiento del bagazo de caña de azúcar, una alternativa de extremo interés (Mesa et al 2016) en lo que se incluye el aprovechamiento aguas abajo de productos intermedios para la obtención de productos químicos de más alto valor agregado (Navarro et al; 2016) lo que se fundamenta en las posibilidades de la biomasa como fuente de productos químicos y energía, que será económicamente

factible sólo mediante una sólida integración material y energética (González et al; 2015) pues las producciones derivadas aguas abajo, donde los residuos agrícolas y efluentes industriales pueden jugar un papel importante en la competitividad de las industrias que utilicen la biomasa como materia prima, pues, aunque se puedan inducir un incremento en el nivel de contaminación, este puede eliminarse con la utilización de residuos en el crecimiento de biomasa a la vez que se logran tecnologías más limpias, como es el caso de las vinazas para cultivo de microalgas (de Armas et al; 2014). Precisamente, el desarrollo de las biorefinerías ofrece un variado número de alternativas, entre las que se pueden seleccionar las más convenientes, de acuerdo con las condiciones locales, al mercado, y a las facilidades financieras (Martínez et al, 2014).

Así mismo, si se considera que la extracción y el procesamiento de la materia prima utilizada para elaborar nuevos productos es una actividad que consume mucha energía, reducir la necesidad de ella para estos procesos, se logran grandes ahorros. Por ello la gestión de residuos sólidos urbanos tiene grandes beneficios económicos, energéticos y ambientales (do Rosario et al 2014). Los beneficios no se limitan solo en ahorro de energía, pero también se extienden en otras vertientes, proporciona empleo e ingresos para el país.

Tema III. Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios para el desarrollo de la industria química (González, et al; 2016b)

Como se comprende, en un proceso de transferencia de tecnología es necesarios elaborar decisiones en un sentido u en otro, desde luego, la elaboración de decisiones es una actividad que está vinculada con el centro de la actividad de gerencia empresarial. Siendo la esfera de problemas que enfrenta una organización 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.

Cuándo se trabaja en un proceso de transferencia de tecnología las decisiones de la empresa pueden requerir responder muchos tipos de preguntas y las decisiones que se formulan en una organización deben analizarse como un proceso y debe ser estudiada en términos de su contexto.

La incertidumbre siempre está presente en las decisiones y al formularse una decisión debe reconocerse que eventos son impredecibles. Frecuentemente, el conjunto de problemas con incertidumbre envueltos incluye 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.

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. 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.

Por otra parte, 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.

Cuando hablamos de incertidumbre en los análisis de la factibilidad de un proceso de transferencia de tecnología, no podemos perder de vista que el proceso de cuantificación de la incertidumbre en la valoración probabilística del riesgo, usualmente incluye una especificación de la incertidumbre de los datos de entrada y la propagación de esta incertidumbre en los riesgos del resultado final. La importancia de la incertidumbre en los datos de entrada reflejaría los grados de cambio en todos los valores de distribución y no sólo la no justeza de los valores de un punto estimado, es decir afectaría el estudio en su conjunto, por ello se requiere en cualquier evaluación de la transferencia de tecnología minimizar la incertidumbre en los datos iniciales del estudio.

Por lo anterior deben realizarse Estudio Previos Inversionistas antes de iniciar el proceso de negociación de una tecnología que se desea transferir, requiriendo considerar aspectos organizativos y metodológicos para su ejecución eficaz.

Tema IV. El riesgo y la incertidumbre en la evaluación de inversiones de plantas de la industria química y fermentativa (Lauchy; 2016)

El futuro económico de la inversión difícilmente puede conocerse con precisión, pues una serie de factores o agentes externos incontrolables, ajenos al propio proyecto, condicionan e influyen en los resultados del mismo. El desembolso inicial, los flujos netos de caja e incluso el tiempo de la inversión, en innumerables casos se comportan de forma aleatoria.

Por ello es lógico afirmar que en el mundo económico actual nos movemos casi siempre en el campo de la incertidumbre.

La dificultad de poder prever en qué áreas del entorno es posible ocurran cambios, se ve incrementada por la imposibilidad de saber si ellos serán beneficiosos o contrarios a los intereses del proyecto.

En realidad, riesgo e incertidumbre son dos cosas distintas, pero estrechamente relacionadas. Dada esta íntima relación, el tratamiento del riesgo ha de pasar frecuentemente por un proceso informativo cuyo objeto inmediato es lograr unos conocimientos que reduzcan la incertidumbre.

En vez de observar visualmente la variabilidad de los rendimientos del proyecto, se pueden utilizar medidas estadísticas de riesgo. Tales medidas ofrecen a quien toma las decisiones un valor concreto indicativo de la variabilidad del proyecto y en consecuencia del riesgo. Mientras mayor sea esta variabilidad menos confianza puede tenerse acerca de los resultados relacionados con un proyecto. Las medidas estadísticas más comunes del riesgo son: la desviación estándar de la media o valor esperado de rendimiento y la esperanza matemática o media teórica.

La elección de aquellas inversiones con unas esperanzas matemáticas de valor capital (o de tasa de retorno) mayores constituye, como también hemos visto, una línea de conducta racional. Ahora bien, el empresario no debe conformarse solamente con el conocimiento de la esperanza matemática del valor capital para la adopción de la decisión de inversión. El inversor tiene que moverse entre dos fuerzas de sentido opuesto: intentar maximizar la esperanza matemática de la ganancia y al mismo tiempo tratar de minimizar la varianza o riesgo de la inversión. La esperanza matemática (o media teórica) de una suma de variables aleatorias, sean estas independientes o dependientes, es siempre igual a la suma de las esperanzas matemáticas de cada una de dichas variables, aplicado al valor capital.

Resultados

1. González Suarez, E., García Prado, R. A., (2013)
“Ideas para el desarrollo de la industria de la caña de azúcar en el concepto de biorefinería”. ISBN 978-959-250-906-1 Monografía Editorial Feijoo.
2. Concepción Toledo D.N., González Suárez E., Miño Valdés J.E. (2016)
Gestión de conocimientos e industrialización en González Suárez E. y Miño Valdés J.E.; “Estrategia de colaboración de la comunidad científica sur-sur para el desarrollo de la industria química de Angola”. Edit. Univ. de la UNaM. ISBN: 978-950-579-406-5 Posadas 2016.
3. Mesa, L.; Morales, M.; Albernas, Y.; Corsano, G.; González, E. (2016)
Integration of Organosolv Process for Biomass Pretreatment in a Biorefinery, in: S.I. Mussatto (Ed.), Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery, Elsevier, 2016, pp. 229–254. ISBN: 9780128023235. Copyright © 2016 Elsevier Inc.

Conclusiones

1. Las vías modernas para el diseño de nuevas instalaciones en la IPQyF, incluyen diversos aspectos, entre los que resaltan con especial importancia los concernientes a la incertidumbre existente sobre las variables, coeficientes de diseño, así como los cambios en el entorno en lo ambiental, tecnológico y financiero, lo que obliga a gerenciar conocimientos para minimizar esa incertidumbre en busca del ahorro de gastos innecesarios que se produzcan por temor a no lograr una instalación con suficiente capacidad y flexibilidad de operación.
2. Afortunadamente existen conocimientos para abordar con éxito esta tarea en diferentes campos de la IPQyF, en ello la experiencia demuestra la posibilidad de diseñar procesos óptimos flexibles, para lo cual se disponen de numerosos métodos de optimización que tiene como requerimiento el profundo conocimiento de los procesos tecnológicos que se pretenden optimizar,

por lo que es aconsejable estudiar las características de escalado y diseño de las principales Operaciones Unitarias, así como los aspectos concernientes a la ingeniería de las reacciones químicas y fermentativas.

3. El estudio de los métodos de consideración de la incertidumbre en el diseño merece profundización sobre todo en lo referente a incertidumbre en:

- a) los datos de diseño,
- b) la disponibilidad de la instalación,
- c) en lo financiero.

4. La integración de procesos ofrece alternativas de hacer más competitivos los diseños desde el punto de vista económico y energético. Abre también una posibilidad de gran actualidad en el desarrollo de procesos de tecnologías limpias y la aplicación de métodos de optimización multicriterio.

5. Es posible desarrollar una estrategia para el desarrollo competitivo de la industria química sobre bases científicamente fundamentadas, mediante la combinación de los estudios de Prospectiva Tecnológica y de Análisis Complejo de Procesos.

6. Los estudios prospectivos con apoyo del Análisis de Procesos permiten estudiar propuestas de cambios tecnológicos que minimicen el impacto negativo por el efecto contaminante de la inclusión de productos químicos.

7. Existen alternativas de uso de materias primas en lugar de los recursos minerales que debe ser la base de un desarrollo actual de la industria química y fermentativa, con especialmente al uso de los Residuos Sólidos Urbanos y la biomasa como fuente de productos químicos y energía en el concepto de biorrefinería.

8. El desarrollo de los estudios previos inversionistas en los procesos de la industria química y fermentativa, permite analizar una serie de aspectos que logran reducir considerablemente la incertidumbre en la transferencia de tecnología que este tipo de proceso lleva implícito, como consecuencia de la versatilidad de las características de la materia prima y la agresividad de los residuales. Por otro lado, la ejecución de los Estudios Previos Inversionistas permite en un breve período de tiempo aportar los 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.

9. 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.

10. La conducta racional del inversor le llevará siempre a maximizar la esperanza de ganancia y a minimizar la varianza.

Referencias bibliográficas

1. González, E.; Miño, J.E. (2016)
Gestión de conocimientos e industrialización en González E. y J.E. Miño Estrategia de colaboración de la comunidad científica sur-sur para el desarrollo de la industria química de Angola Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-406-5, Posadas.
2. de Armas Martínez, A. C, V.; Quintero Dallos, V. V.; Kafarov, L. y E. González Suárez
Valoración desde la vigilancia tecnológica de la contribución de las algas a una biorefinería. Centro Azúcar, Vol. 41, N° 4, pp. 21-29.
3. do Rosario, J. B. F.; Concepción Toledo, D. N.; Barrios Castillo, G.; González Suárez, E.
Gestión de los residuos sólidos y sus impactos económicos, sociales y medioambientales. Centro Azúcar, Vol. 41, N° 4, pp. 9-20.
4. González Cortés, M.; Pedraza Gárciga, J.; Clavelo Sierra, D. A., E González Suárez.
Incertidumbre en la integración de procesos para el desarrollo de Biorefinerías. Centro Azúcar, Vol. 42, N° 3. pp. 10-22. pp. 30-38. ISSN: 2223-4861.
5. González Suarez, E.; Garcia Prado, R. A. (2013)
“Ideas para el desarrollo de la industria de la caña de azúcar en el concepto de biorefinería”. ISBN: 978-959-250-906-1, Monografía Editorial Feijoo.

6. González E. J. E. Miño D. M. Lubota, J.B.F. do Rosario (2016a)
Prospectiva Tecnológica para el desarrollo sostenible y ambientalmente compatible de la industria química y fermentativa, en González E. y J.E. Miño Estrategia de colaboración de la comunidad científica sur-sur para el desarrollo de la industria química de Angola Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-406-5 Posadas.
7. González, E.; Concepción, D. N.; Miño, J.E.; Lubota D.M. (2016b)
Vías para la terminación y transferencia de tecnologías a través de la colaboración internacional en González, E. y J.E. Miño Estrategia de colaboración de la comunidad científica sur-sur para el desarrollo de la industria química de Angola Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-406-5. Posadas.
8. Lauchy; Gonzalez, E.; Laborde, M. A.; do Rosario, J.B.F. (2016)
El riesgo y la incertidumbre en la evaluación de inversiones de plantas de la industria química y fermentativa en González, E. y J.E. Miño Estrategia de colaboración de la comunidad científica sur-sur para el desarrollo de la industria química de Angola Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-406-5. Posadas.
9. Martínez Martínez, Y.; de Armas Martínez, A. C.; González Suárez, E.; Kafarov, V. V.
Propuesta de alternativa para la transformación de una fábrica de azúcar en Biorrefinería. Centro Azúcar, Vol. 41, N° 1, pp. 92-99.
10. Mesa, L.; Morales, M.; Albornas, Y.; G. Corsano, E. González, (2016)
Integration of Organosolv Process for Biomass Pretreatment in a Biorefinery, in: S.I. Mussatto (Ed.), Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery, Elsevier, 2016, pp. 229–254. ISBN: 9780128023235. Copyright © 2016 Elsevier Inc.

11. Pérez Navarro, O.; Ley Chong, N.; Rodríguez Marroquí, K. R.; González Suárez, E.

Oportunidades de producción de ácido cítrico por vía fermentativa a partir de sustratos azucarados en Cuba. Centro.

CAPÍTULO V

APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE MODIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES AUXILIARES EN LA RECONVERSIÓN DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

María de Lourdes de la Cruz Aragonés
Martha Faustina Nápoles García
Erenio González Suárez

Introducción

La industria de procesos en Cuba se caracteriza por su escaso desarrollo y alto grado de obsolescencia. Está constituida fundamentalmente por la industria azucarera e industrias de producciones básicas con muchos años de explotación y un alto grado de deterioro.

Desde la década del 80 hasta la actualidad se han realizado numerosos estudios relacionados con la mejora de la industria de procesos químicos y fermentativos, con vistas a lograr mayores beneficios económicos, lo que contribuyó además a diversas soluciones en instalaciones industriales del país y desarrollar una amplia concepción de la aplicación del Análisis Complejo de Procesos en la estrategia de desarrollo de esta. Sin embargo los necesarios avances en la consideración de los problemas ambientales, la necesidad del sustento energético y la reconversión de instalaciones industriales en busca de una reanimación en sectores tan importantes como la industria de la caña de azúcar, obligan a abordar la modernización, reconversión y reordenamiento de las mismas con un ángulo más detallado, en lo que cobra especial interés los procesos que garantizan las facilidades auxiliares para el buen desempeño industrial, que están influidos en gran medida por la calidad de las aguas, la corrosión de los equipos, tuberías, accesorios y en específico en todo lo relacionado con la eficiencia energética de los sistemas auxiliares en su vínculo con los procesos tecnológicos principales.

La atención a estos problemas en su conjunto, al menor costo posible, con un enfoque más integrado es ahora un requerimiento en los procesos de reconversión industrial, pues en la base de la asimilación de nuevas tecnologías de forma competitiva está el prove-

chamamiento de los sistemas de generación de vapor, electricidad, aire y agua de forma económica y sin tener que realizar nuevas inversiones altamente costosas [2, 5, 6, 7, 10, 15, 14].

Hipótesis: Es posible garantizar la rehabilitación continua de la industria, bajo condiciones de explotación, si se aplica una estrategia de modificación de las facilidades auxiliares que contemple de forma integrada las causas de la incertidumbre en los balances de masa y energía asociados a indisponibilidad de las instalaciones y esquemas auxiliares motivado por los problemas de corrosión e incrustaciones asociados a la calidad de las aguas, la fiabilidad en el mantenimiento, y al logro de políticas operacionales flexibles teniendo en cuenta los cambios del entorno.

El objetivo general de la investigación es: Desarrollar una estrategia de modificación de las facilidades auxiliares centrada en el análisis de riesgos por indisponibilidad en las industrias de procesos, con vistas a posibilitar la reconversión de las instalaciones principales logrando incrementos de los valores de producción con una marcada sustentabilidad energética, flexibilidad operacional y compatibilidad ambiental.

Materiales y métodos

Fundamentación y concepción de la estrategia para la modificación de las facilidades auxiliares en la reconversión de la industria agroalimentaria y azucarera

Se ha podido constatar durante el estudio de estrategias y procedimientos desarrollados por diferentes autores pertenecientes al Centro de investigación de Análisis de Procesos en la Universidad Marta Abreu de Las Villas, en Cuba [2, 8, 14] que los problemas de fiabilidad en generadores de vapor, en ocasiones se asocian a problemas de corrosión y formación de incrustaciones en las superficies de intercambio calórico de dichos equipos, siempre presentes como facilidad auxiliar de cualquier industria de procesos, y que no han sido tratados anteriormente a la hora de abordar el cumplimiento o no de los ciclos de limpieza y la efectividad del Mantenimiento Preventivo.

En las estrategias o procedimientos desarrollados hasta el momento para la reconversión industrial no se reportan estudios sobre la clasificación de los fallos y el cálculo de indicadores de fiabilidad

durante la operación de una industria de procesos, reflejando con claridad la situación real que puede presentar el mantenimiento en cada industria.

Las estrategias reportadas no incluyen el análisis de efectividad del mantenimiento centrado en la fiabilidad utilizando como factor de riesgo la indisponibilidad, denominado análisis RM (reliability, availability, maintainability) tanto durante la etapa exploratoria del Análisis Complejo de Procesos como durante la explotación de las instalaciones lo que contribuye a la rehabilitación continua de la disponibilidad propiciando la reconversión como vía de sustento de la diversificación o para la intensificación de la producción.

Se procede a elaborar una estrategia que integra aspectos de la incertidumbre de las mediciones en los balances de masa y energía con la indisponibilidad industrial y con elementos de fiabilidad operacional así como su influencia en el proceso inversionista de la industria.

Se toman como antecedentes los estudios realizados en la Empresa Mielera Siboney durante varias zafas, antes y después de las modificaciones desarrolladas por IPRO- YAZ (Instituto de Proyectos Azucareros), evaluando la eficiencia y eficacia de las modificaciones en el sistema productivo y en las facilidades auxiliares para rehabilitar la industria con fines de reconversión en la integración con nuevas producciones.

Las modificaciones que se han realizado por parte de esta institución autorizada han coincidido básicamente con los puntos críticos y débiles del sistema de producción y sus sistemas auxiliares, que han sido detectados durante los estudios realizados, lo que corrobora y valida además la estrategia desarrollada.

Se parte de la concepción de las principales etapas y sistema de acciones, Figura 1.

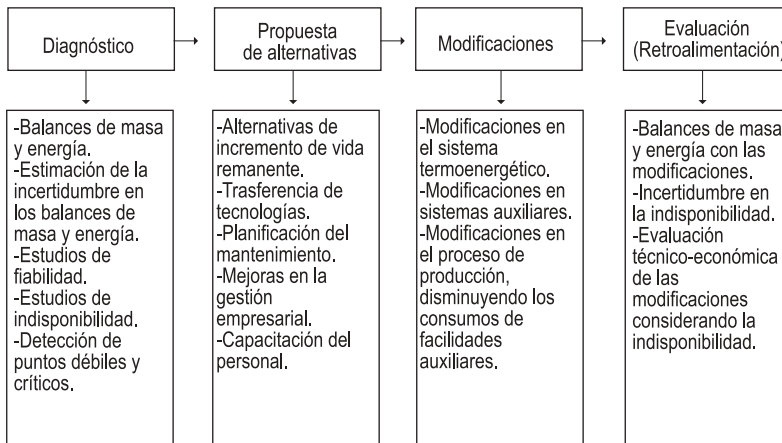


Figura 1: Bases teóricas y metodológicas en la concepción original de la estrategia de modificación de las facilidades auxiliares.

Resultados

Estimación de la incertidumbre de las variables asociadas a los balances de masa y energía

La incertidumbre en el análisis de situaciones propias de la industria de proceso está vinculada al estudio de los fenómenos de naturaleza aleatoria, así como a procesos en los cuales las principales variables y parámetros del mismo se desconocen de modo general, porque se dispone de poca información o por el efecto que el entorno ejerce sobre él [1].

Las técnicas de Monte Carlo [1, 13], brindan la posibilidad de analizar las variaciones a las que están sometidos los procesos químicos, en cuanto a los materiales, los datos, las condiciones de operación en el comportamiento del proceso para realizar el cálculo de los balances de masa y energía considerando la incertidumbre.

El método de Monte Carlo, en esencia se basa en un muestreo simulado de las variables que en un proceso se consideran aleatorias [9, 13].

Utilizando las variables de proceso más sensibles ya seleccionadas en trabajos realizados previamente [14, 16] se tomaron muestras que están presentes en el análisis de un sistema termoenergético azucarero (STEA), ya que se dispone de una herramienta de simulación para estos fines, el simulador TERMOAZÚCAR.

Lo primero que se realiza es el análisis del comportamiento de las siguientes variables: presión de vapor directo (Pvd), presión de

vapor de escape (Pve), temperatura del agua de alimentación (Tagalim), para detectar cuál es la ley de probabilidad asociada a cada una de ellas. Se utiliza para ello el programa Arena, software diseñado para el análisis de sistemas para procesos de naturaleza aleatoria y eventos discretos.

Posteriormente se determinan las funciones de distribución probabilísticas de cada una de las variables relacionadas con anterioridad, y se realizan las pruebas de bondad del ajuste del Chi cuadrado y Kolmogorov–Smirnov. Utilizando los software Excel y Arena, se generan las muestras de cien valores de cada variable y se introducen en el software Termoazúcar con el fin de hallar cien valores finales de las variables de salida: azúcar comercial, miel final y bagazo sobrante.

El Excel se utiliza porque permite visualizar los valores generados, mientras que el Arena permite realizar las pruebas de bondad de ajuste pertinentes a estas muestras generadas con resultados satisfactorios.

Luego estos cien resultados se tratan estadísticamente, determinándole la media, la varianza, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación.

La incertidumbre estándar combinada será igual a la media \pm el error estándar con un 95% de confianza.

A continuación se calcula el flujo de caja neto (FCN) considerando los límites inferiores y superiores con presencia de incertidumbre.

Con la propagación de la incertidumbre se logran conocer los resultados reales ya realizados por los inversionistas y determinar el rango de trabajo de las variables más sensibles (caña, temperatura del agua de alimentación de la caldera, presión de vapor directo, presión de vapor de escape).

Estos valores representan el rango de variaciones tanto de la disponibilidad como la demanda y esto tiene una influencia importante en los estudios inversionistas en aras de lograr resultados más reales en los cálculos económicos.

Al comparar el flujo de caja neto del mínimo con el flujo de caja neto del máximo se observa el rango en el cual debe oscilar el flujo de caja neto para el caso que se analiza o la variante que se propone. En la figura 2 aparece el Diagrama de Flujo de Proceso antes de la reconversión.

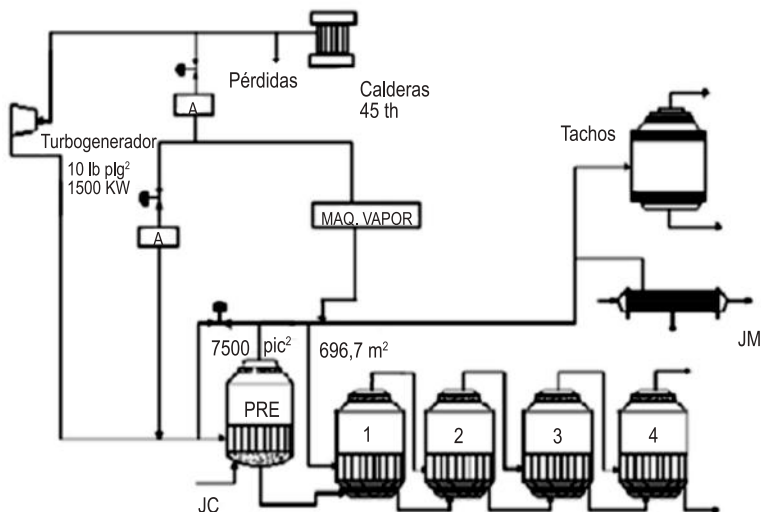


Figura 2: Diagrama de flujo del proceso antes de la reconversión en la Empresa Mielera Siboney (caso base)

Los resultados que se presentan se refieren a la situación que presentaba la industria antes de la reconversión (caso base), y los resultados del flujo de caja neto para un mínimo y un máximo aparecen reflejados en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1: Resultados del flujo de caja neto en presencia de incertidumbre para un mínimo.

Materiales	Producción (ton/año)	Precio (\$/ton)	Valor obtenido (\$/año)
Azúcar crudo	22 511.79	630.95	14 203 813.90
Miel	7 466.79	60.00	448 007.40
Electricidad	4 800.00	90.00	432 000.00
Bagazo sobrante	16 548.21	8.05	133 213.09
Flujo de Caja Neto	-----	-----	3 510 903.59

La zona correspondiente a las facilidades auxiliares, como se ha detallado anteriormente está constituida por el generador de vapor o caldera, él o los generadores eléctricos y se incluye, la planta de tratamiento de aguas para la reposición de esta a la producción del vapor. Al procesar las muestras de fallos se detecta un gran número de ellos asociados al generador de vapor y se procede al estudio de sus causas.

Análisis de la vida remanente a través de la efectividad del mantenimiento preventivo centrado en los estudios de fiabilidad, en la zona correspondiente a las facilidades auxiliares

Se comienza a explorar en aquellas que limitan o entorpecen la función principal del mismo y que pudieran estar asociadas a la calidad de la materia prima fundamental para la generación de vapor que es el agua, entre ellos se encuentran los problemas de corrosión y formación de incrustaciones en las superficies de intercambio calórico, que entorpecen la transferencia de calor y provocan roturas por sobrecalentamientos excesivos, y las pérdidas de calor y consumo adicional de combustible que estas pueden producir, de aquí se derivan los pasos generales que facilitan la evaluación de dichos problemas y que se resumen en:

1. Definición del problema y sus causas.
2. Determinación de la intensidad del problema (si se corresponde con la presencia de corrosión y/o formación de incrustaciones.)
3. Definición de la morfología del problema.
4. Estimado de las pérdidas energéticas y económicas.
5. Evaluación de la planta de tratamiento externo, la desareación térmica y el tratamiento interno.
6. Propuestas de vías de solución.
7. Valoración de las mejoras.

Tabla 2: Resultados del flujo de caja neto en presencia de incertidumbre para un máximo

Materiales	Producción (ton/año)	Precio (\$/ton)	Valor obtenido (\$/año)
Azúcar crudo	30 450.00	630.95	19 212 427.50
Miel	9 021.43	60.00	541 285.80
Electricidad	4 800.00	90.00	432 000.00
Bagazo sobrante	28 099.28	8.05	226 199.20
Flujo de Caja Neto	----	-----	4 577 912.50

Se demuestra la efectividad del tratamiento magnético en la disminución de la corrosión y en el incremento de vida útil de las superficies metálicas expuestas, mejorando la influencia sobre la formación de incrustaciones al obtenerse superficies limpias, con una deposición ligera no incrustante en forma de fina arenilla. Se obtienen los parámetros cinéticos y de caracterización de las incrustaciones tales como: Velocidad de corrosión por pérdida de peso y por disminución del espesor, así como espesor y densidad de incrus-

taciones formadas, los cuales se determinan en estudios de campo exponiendo muestras en el agua sin tratamiento magnético y posteriormente en aguas tratadas mediante éste procedimiento, mostrándose en todos los casos una disminución significativa validada por el tratamiento estadístico a través de una prueba de hipótesis, cuyos resultados aparecen reflejados en la tabla 3.

Valoración de la efectividad del tratamiento magnético como vía de incremento de la vida remanente de los generadores de vapor y mejorar la calidad de mantenimiento preventivo

Para realizar este estudio se toma información a partir de la zafra 2000-2001 donde se instala por primera vez este dispositivo y se comienza su evaluación durante 8 zafras posteriores. En la referida zafra la caldera poseía una capacidad de generación de 45 ton/h, con un agua de alimentación proveniente sólo de los condensados.

Tabla 3: Resultados de la prueba de hipótesis a los indicadores cinéticos para las aguas antes y después del tratamiento magnético.

Indicadores	Aguas sin*	Aguas con**	Resultados de la prueba de hipótesis
DP (g/m ² h)	5,5799	0,08440	Significación estadística con un nivel \geq 95% de confianza
DE (mm/año)	6,2182	0,0058	Significación estadística con un nivel \geq 95% de confianza
de incrustaciones (m)	0,00013	0,0	Significación estadística con un nivel \geq 95% de confianza
Densidad de las deposiciones (g / m ²)	619,3946	93,1951	Significación estadística con un nivel \geq 95% de confianza

*sin tratamiento magnético. **con tratamiento magnético.

La evaluación se realiza antes del tratamiento magnético y posterior a él. Los resultados económicos de la efectividad del tratamiento magnético aparecen referidos en la tabla 4.

Tabla 4: Análisis económico del efecto de la magnetización.

Costo de reparación (\$/año)	Con magnetización	Sin magnetización
Nº de fallos	0,23	1,36
Beneficio	83,08 %	

Con el empleo del tratamiento magnético se reporta un beneficio de un 83,08%, al disminuir el costo por reparación debido al incremento en la vida remanente de las instalaciones generadoras de vapor.

Puntos débiles de los sistemas auxiliares y su evaluación técnico-económica

A partir de la profunda reestructuración realizada en la industria azucarera, IPROYAZ (Instituto De Proyectos Azucareros) realiza un estudio integral del STEA (SIS- Tema Termoenergético) del central Siboney, llevando a efecto un conjunto de modificaciones que van encaminadas a resolver los problemas en los puntos débiles detectados durante los estudios que se presentan, entre ellas se encuentran:

1. Sustitución de las máquinas de vapor de la planta moledora (tres máquinas de vapor) por motores eléctricos: tiene como propósito eliminar la obsolescencia de las máquinas de vapor (producen paradas debido a su mal estado técnico).
2. Montaje de un turbogenerador de 1.500 kW para contar con dos en la planta eléctrica: al instalar dos turbogeneradores, se produce un excedente de electricidad que puede ser vendido al SEN (Sistema Eléctrico Nacional). Además esta combinación debe garantizar la demanda de vapor del nuevo preevaporador a instalar.
3. Sustitución del pre-evaporador de 696,77 m² (7.500 pie²) de superficie por uno de 1006,69 m² (10 836 pie²) de superficie calórica. La molida debe ser más eficiente con la utilización de motores eléctricos y se aumentará de 1.840 t/día a 2.185 t/día.
4. Sustitución de la flusería y domos de la caldera RETAL existente, así como realizar las obras para el tratamiento químico y térmico del agua de alimentación a la caldera: posibilita obtener un vapor de mayor calidad y elevar los parámetros de operación de la caldera en el escape a 1667,131 kPa (17,96 kgf/cm²) de presión y 663,15K (390 °C) de temperatura.

Proceso de retroalimentación para conocer el comportamiento de la indisponibilidad de las facilidades auxiliares una vez implementadas las modificaciones

Se calcula la indisponibilidad promedio como establece [12] y los dos factores que influyen sobre ella, que son el tiempo medio perdido por interrupciones y la frecuencia de fallos, como se muestra en la tabla 5 hay una disminución significativa de ambos, lo que denota la disminución del riesgo por indisponibilidad.

Teniendo en cuenta los efectos de éste indicador de explotación, dado por su nivel de riesgo o peligrosidad, la industria puede tomar decisiones sobre donde comenzar a modificar o invertir en caso de ser necesario. Según los resultados obtenidos y plasmados en la tabla 5, se evidencia como disminuye la peligrosidad o la intensidad de riesgo, es decir como decrece la incertidumbre asociada a la indisponibilidad con las modificaciones realizadas en el generador de vapor que se detecta como punto débil dentro de las facilidades auxiliares.

Se calcula la efectividad del mantenimiento preventivo a través de los indicadores de fiabilidad una vez implementadas las modificaciones en el área de generación de vapor y se obtiene que la indisponibilidad causada por esta área disminuye de un 10% antes de las modificaciones a un 6% posterior a las mismas, y con una disminución de la frecuencia de fallos (indicador de fiabilidad) de un 74,02% corroborándose la eficacia de las mejoras introducidas en esta zona perteneciente a las facilidades auxiliares del sistema bajo estudio.

Tabla 5: Comparación de los valores de la indisponibilidad promedio en la generación de vapor (Up) y sus factores influyentes, anteriores y posteriores a las modificaciones.

Condiciones antes y después de las modificaciones	Zafras analizadas (Z)	Up (%) (indisponibilidad)	TMPI (d) (tiempo medio perdido)	Frecuencia media de fallos por día
Generador de Vapor (Antes)	Z = 2	10,12	16,16	0,8151
Generador de Vapor (Posterior)	Z = 2 6,0		9,6	0,2117
% disminución entre zafras		40,71	40,59	74,02

Conclusiones Generales

1. La estrategia de modificación de las facilidades auxiliares permite garantizar un mejor resultado en la confiabilidad de los balances materiales y energéticos de las instalaciones de la industria azucarera y de procesos que se pretenden modernizar o reconvertir.
2. Los estudios de reconversión de instalaciones diversificadas de la industria azucarera deben profundizar a través de la metodología planteada en la minimización de la incertidumbre de los sistemas auxiliares de la industria productora de azúcar como base de facilidades auxiliares para las nuevas producciones diversificadas.
3. La valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los indicadores de evaluación del mantenimiento preventivo centrado en la fiabilidad utilizando como factor de riesgo la indisponibilidad del sistema de producción, así como el estudio de la relación causa-efecto de las interrupciones indican de forma precisa las zonas o puntos críticos hacia dónde dirigir la modernización, reordenamiento o reconversión de las instalaciones industriales.
4. Se comprueba la validez de la estrategia planteada para los estudios de modificación de las facilidades auxiliares, debido a la concordancia de los resultados obtenidos con los propuestos por instituciones de reconocida experiencia y prestigio en la evaluación de alternativas, para lograr incrementos significativos en los indicadores básicos de producción, en los resultados de los Flujos de Caja Neto y en la disminución de los plazos de retorno de la inversión en el que se encuentre enfrascada la industria.

Agradecimientos

Las autoras reconocen la colaboración de Instituciones de reconocido prestigio en el territorio de Camagüey para la obtención de los resultados, entre ellas: Empresa Mielera Siboney e Instituto de Proyectos Azucareros (IPROYAZ).

Bibliografía

1. BEVERIDGE, G. S.
“Optimization: Theory and practice”/ G. S. Beverige y R. S. Schechter. McGraw. Hill, 1970.

2. Cata, Y. (2006)
“Metodología para la consideración de la incertidumbre en la integración de procesos en la industria azucarera y sus derivados”/ Yenly Catá Salgado. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central de las Villas.
3. De la Cruz, M. (1999)
“Análisis de los problemas de corrosión y formación de incrustaciones en la superficie de intercambio de calor de los generadores de vapor de los CAI Brasil y Argentina”/María de Lourdes De la Cruz Aragoneses. Tesis de Maestría -Univ. de Camagüey-.
4. De la Cruz,, M. L y col. (2008)
“Estudio del efecto de la magnetización en la fiabilidad de la operación del generador de vapor de la empresa Mielera Siboney”. Revista Centro Azúcar, ISSN 0253- 5777.
5. De la Cruz, M. L. (2010)
“Valoración de la fiabilidad operacional en diferentes áreas de la Empresa Mielera Siboney”, Tecnología Química, Memorias de la 19 Conferencia Internacional de Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
6. Espinosa, R. (1988)
“Sistemas de utilización del calor”. Rubén Espinosa [et.al].La Habana, 486p.
7. Espinosa, P. y Col. (2001)
“La tecnología Pinch en el marco de la industria Química”. Editorial Fijóo. ISBN: 950-250-020-5777.
8. Hernández, J, P. (2008)
Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: “Estrategia de evaluación tecnológica para la detección de puntos débiles en plantas de fraccionamiento de aire”, Universidad Central Martha Abreu, Villa Clara, Cuba.

9. González, E. (2001)
“La incertidumbre en el Desarrollo diversificado de la industria de la caña de azúcar”. Conferencia del Seminario Cuba -Río de Janeiro/Erenio González Suárez. Brasil.
10. González, M. (2004)
Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Técnicas: “Impacto global de una tecnología más limpia en la fabricación de papel para ondular.” (Mejor tesis de Ingeniería Química en el 2004).
11. Mojícar, S. (2001)
”Estimación de los índices de fiabilidad mediante el Análisis del flujo de fallo en los art.reparables de la Industria azucarera”/Centro Azúcar 28 (4): 58-63, Oct- Dic,2001.
12. Mojícar, S. (2004)
“Procedimiento para el análisis da la indisponibilidad en la Industria azucarera”/ Centro Azúcar 31(1): 51-57, enero - Marzo, 2004.
13. Napoles, M. (1999)
“Algunas aplicaciones de la simulación de STEA con el simulador TERMOAZÚCAR”/ Martha Nápoles García [et, al]. Revista Ciencia y Técnica. Universidad Tecnológica de Pereira. N° 10.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN PARA EVALUAR EL IMPACTO DE BUENAS PRÁCTICAS PRODUCTIVAS EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AZÚCAR Y OTROS PRODUCTOS DE ALTO CONSUMO HUMANO

Gladis Jerke Schuster
Martha Gladys Medvedeff Gordo
Juan Esteban Miño Valdés
Erenio González Suárez

Introducción

Los productos de consumo masivo, como son los casos del azúcar, el té o el café deben guardar criterios de calidad estrictos para asegurar su inocuidad. El control microbiológico de estos productos no siempre son un aspecto adecuadamente contemplado hasta el presente, a nivel mundial ya que se trata de productos finales relativamente secos y que han sido sometidos a un proceso térmico importante en su elaboración, que se considera como eliminada a toda la microbiota patógena presente.

No obstante, surge la inquietud de la presencia de micotoxinas en el producto que, de estar presentes en la materia prima, no serían eliminadas en dicho proceso térmico. Además, las esporas fúngicas, más resistentes que las células bacterianas y levaduriformes, bien pueden sobrevivir al proceso térmico o re-contaminar el producto durante su envasado y manufactura posterior al secado.

Hasta el presente se han realizado pocas evaluaciones microbiológicas de algunos productos de alto consumo humano a pesar de que los mercados consumidores son cada vez más exigentes con las “características y calidad” (incluida la calidad microbiológica) de los productos que consumen.

Por tanto, es de interés estudiar la microbiota global de los productos alimenticios, incluyendo bacterioflora y micoflora, durante las etapas de su elaboración comercial, almacenamiento y comercialización.

Fundamentación

La superficie de las estructuras vegetales, como son las hojas y los frutos, poseen una flora de microorganismos propia denominada flora filoplana. [1, 2]

Esta flora natural o normal puede influir en la calidad originaria de las materias primas que se utilizan en la fabricación del producto, en el tipo de contaminación que puede tener lugar durante su procesamiento y en la posibilidad de que se altere su calidad microbiológica y comercial.³

Una gran variedad de microorganismos contaminan los alimentos en los lugares de producción y durante el transporte a las fábricas de elaboración. El que estos microorganismos crezcan, sobrevivan o mueran, dependerá de la clase de alimento, del medio ambiente y del procedimiento de elaboración en particular.⁴

Los alimentos deshidratados o secados como el té, no suelen ser estériles; sin embargo, debido a su baja actividad acuosa (aw) pueden permanecer estables microbiológicamente durante mucho tiempo, solo cuando se humedecen podrá comenzar la alteración. [5]

La presencia de microorganismos en los alimentos no significa necesariamente un peligro para el consumidor o una calidad inferior de estos productos. [3]

La calidad microbiológica de los productos alimenticios se determina estableciendo límites cuantitativos para los parámetros microbianos evaluados dado que los alimentos no deben ser completamente estériles dado que la flora alterante normal de los alimentos inhibe frecuentemente por competición el crecimiento de los gérmenes patógenos.⁴ Por tal motivo, no debe reducirse el número de estos gérmenes hasta el punto de que los microorganismos patógenos se multipliquen fácilmente, ya que algunos alimentos podrían constituirse en un peligro para la salud antes de alterarse. El consumidor suele rechazar los alimentos manifiestamente alterados. Por ello, son potencialmente peligrosos aquellos alimentos alterados toxigénicamente sin que se aprecie organolépticamente.

Este es el caso de los alimentos contaminados con micotoxinas, no se perciben cambios organolépticos en el alimento que alerte de la presencia de las mismas.

Si bien existen descripciones técnicas precisas acerca de las operaciones involucradas en el procesamiento de especies vegetales, por lo general los rangos de humedad, temperatura e higiene empleados en el mismo varían ampliamente.

Esta situación genera condiciones favorables para la proliferación de hongos y bacterias contaminantes; los cuales pueden modificar su calidad bromatológica, microbiológica y comercial. [5, 6]

Todo lo anterior requiere la aplicación de Buenas Prácticas Productivas en los procesos tecnológicos en los cuales se realizan procesos transformativos o extractivos para obtener alimentos de consumo humano como es el caso del azúcar, el té, el café o la yerba mate.

Buenas prácticas de producción. Definición y aspectos generales

Los consumidores exigen, cada vez más, atributos de calidad en los productos que adquieren. La inocuidad de los alimentos es una característica de calidad esencial, por lo cual existen normas en el ámbito nacional e internacional que consideran formas de asegurarla. Dada esta situación, aquellos que estén interesados en participar del mercado global deberán contar con las Buenas Prácticas Productivas.

Las Buenas Prácticas de Producción (BPP) son herramientas básicas para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación y asimismo:

- Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación
- Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
- Se asocian con el control a través de inspecciones del establecimiento.

El mantenimiento de Buenas Prácticas de Producción (BPP) evitará contaminaciones microbiológicas, en cantidad y tipo, que afecten la buena calidad microbiológica del producto final. La contaminación microbiológica proviene principalmente del agua, del aire y del polvo que pudieran llegar al producto en cualquiera de las etapas de su recolección, transporte, procesamiento, almacenamiento y comercialización. De modo que deberán tenerse presentes las operaciones involucradas en dichas etapas para evitar la incorporación de agua, aire o polvo a la línea de producción o al producto. La contaminación con mohos trae aparejada el riesgo de contaminación con micotoxinas.

Los aspectos técnicos de las Buenas Prácticas de Producción contemplan: Calidad de la materia prima, estructura e higiene de establecimientos, higiene del personal, higiene en la elaboración del producto, almacenamiento, transporte de materias primas y producto final así como control de procesos en la producción con una adecuada documentación.

Materia Prima: La calidad de la materia prima no deberá comprometer el desarrollo de las Buenas Prácticas. Las medidas para evitar contaminaciones químicas, físicas y/o biológicas serán específicas para cada establecimiento elaborador. Las Materias Primas deben ser almacenadas en condiciones apropiadas que aseguren la protección contra contaminantes. El depósito debe estar alejado de los productos terminados, para impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación.

Establecimientos productivos: En este aspecto hay que tener en cuenta dos ejes: a) Estructura y b) Higiene.

a) Estructura. El establecimiento no tiene que estar ubicado en zonas expuestas a inundaciones, olores objetables, humos, polvos y otros contaminantes.

Las vías de tránsito internas del establecimiento deben estar consolidadas y/o pavimentadas, aptas para el tránsito vehicular. Se debe disponer de desagües convenientes fáciles de limpiar.

Los edificios e instalaciones deben estar proyectados y construidos con características funcionales y con ubicación, medidas y distribuciones que respondan a las necesidades de cada fase de producción. Además, el diseño debe ser tal que permita su fácil, adecuada y completa limpieza y facilite la inspección de la higiene de la línea de producción.

En los edificios e instalaciones, las estructuras deben ser sólidas y sanitariamente adecuadas, y el material no debe transmitir sustancias indeseables. Las aberturas deben impedir las entradas de animales domésticos, insectos, roedores, moscas y contaminantes del medio ambiente, así como también humo, polvo y vapor.

El agua utilizada debe ser potable, ser provista a presión adecuada y a la temperatura necesaria. Asimismo, tiene que existir un desagüe adecuado. Los equipos y los utensilios para la manipulación de alimentos deben ser de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores. Las superficies de trabajo no deben tener

hoyos, ni grietas. Se recomienda evitar el uso de maderas y de productos que puedan corroerse.

b) Higiene. Todos los utensilios, los equipos y los edificios deben mantenerse en buen estado higiénico, de conservación y de funcionamiento.

La pauta principal consiste en garantizar que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado.

Higiene del personal. El personal que pueda estar en contacto con la materia prima en cualquier etapa de la recolección y/o elaboración del té, debe estar provisto de indumentaria adecuada para la tarea desempeñada. Debe comunicar a la supervisión sobre toda herida, úlcera, llaga o lesión de la piel, diarrea, afecciones bronquiales, respiratorias u otras similares que padezca y que pueden afectar la sanidad e inocuidad del producto. Para ello se le debe concientizar sobre los peligros que entraña apartarse de este requisito.

Higiene en la elaboración. La elaboración (o procesado) debe ser llevada a cabo por empleados capacitados y supervisados por personal técnico. Todos los procesos deben realizarse sin demoras ni contaminaciones.

Almacenamiento, transporte de materias primas y producto final. Las materias primas y el producto final deben almacenarse y transportarse en condiciones óptimas para impedir la contaminación y/o la proliferación de microorganismos. De esta manera, también se los protege de la alteración y de posibles daños del recipiente. Durante el almacenamiento debe realizarse una inspección periódica de productos terminados. Y como ya se puede deducir, no deben dejarse en un mismo lugar los alimentos terminados con las materias primas.

Los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y recibir un tratamiento higiénico similar al que se le da al establecimiento. Los alimentos refrigerados o congelados deben tener un transporte equipado especialmente, que cuente con medios para verificar la humedad y la temperatura adecuadas.

Control de procesos en la producción. Para tener un resultado óptimo en las BPP son necesarios ciertos controles que aseguren el cumplimiento de los procedimientos y los criterios para lograr la calidad esperada en un alimento, así como garantizar su inocuidad y genuinidad.

Los controles sirven para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos. Para verificar que los controles se lleven a cabo correctamente, deben realizarse análisis que monitoreen si los parámetros indicadores de los procesos y productos reflejan su real estado. Se pueden hacer controles de residuos de pesticidas, para detectar metales, controlar tiempos y temperaturas, por ejemplo.

Documentación. La documentación es un aspecto básico, debido a que tiene el propósito de definir los procedimientos y los controles. Deben mantenerse documentos y registros de los procesos de elaboración, producción y distribución y conservarlos durante un período superior a la duración mínima del alimento.

Buenas prácticas de producción. Definición y aspectos generales

A los efectos de evaluar el impacto de las buenas prácticas tecnológicas en la calidad microbiológica de productos alimenticios de origen agrícola como el azúcar, el té o el café, es necesario realizar los controles microbiológicos tanto en establecimientos industriales con prácticas tradicionales como en aquellos en los que se guardan buenas prácticas tecnológicas en todo el proceso de transformación primaria del producto.

Los valores normalmente registrados en alimentos vegetales superan el orden de 10⁴ UFC/gr razón por la que se torna muy dificultoso realizar la determinación individual de cepas bacterianas contaminantes, como se hace para hongos y levaduras. La evaluación bacteriológica en vegetales se realiza mediante la determinación de grupos de microorganismos.

El examen microbiológico rutinario de los alimentos para detectar en ellos toda una serie numerosa de microorganismos patógenos y de sus toxinas no es practicable en la mayoría de los laboratorios. Esto ha determinado la amplia utilización de grupos o especies de microorganismos, cuya enumeración o recuento se realiza con mayor facilidad y cuya presencia en los alimentos, en determinado número, indica que estos productos estuvieron expuestos a condiciones que pudieron haber introducido organismos peligrosos y/o permitido la multiplicación de especies infecciosas o toxicogénicas. Tales grupos o especies empleadas a estos fines se denominan “microorganismos indicadores”, y sirven para evaluar tanto la seguridad que ofrecen los alimentos en cuanto a microorganismos y sus toxinas como su calidad microbiológica.

La estrategia investigativa que se propone se realiza mediante el recuento de bacterias aerobias mesófilas totales, dado que el producto se conserva a temperatura ambiente, para controlar la calidad microbiológica, coliformes totales y termotolerantes y la presencia de E. coli. Es importante también la evaluación de hongos potencialmente micotoxigénicos y micotoxinas en productos de consumo masivo tan frecuente como el azúcar, el té, el café o la yerba mate.

Por lo anterior, es una necesidad la evaluación de las normas de operación y los parámetros tecnológicos en el impacto en la calidad microbiológica óptima de varios productos alimentarios, en lo referente a micotoxinas, para lo que se requiere una estrategia investigativa para evaluar el impacto de las Buenas Prácticas Productivas en la calidad microbiológica de productos alimenticios, lo que debe incluir:

- La caracterización microbiológica de las diferentes etapas de producción de productos alimentarios sin buenas prácticas.
- La caracterización microbiológica de las diferentes etapas de producción de productos alimentarios con buenas prácticas.
- Establecer el perfil microbiológico para el control de la calidad de los productos alimentarios estudiados.
- Establecer los parámetros de control microbiológico para evaluar las buenas prácticas de producción de los productos alimentarios estudiados.
- Establecer los puntos críticos en el proceso industrial de producción de los productos alimentarios estudiados para garantizar buenas prácticas productivas.
- Elaborar un procedimiento para evaluar las buenas prácticas de elaboración de los productos alimentarios estudiados desde el punto de vista microbio- lógico.
- Establecimiento de límites microbiológicos y específicamente micológicos en los productos alimentarios estudiados.
- Evaluar el impacto económico, ambiental y social de establecer las Buenas Prácticas Productivas.

El desarrollo en etapas de la estrategia investigativa propuesta incluye los siguientes pasos de trabajo en las instalaciones industriales:

En una primera etapa realizar controles en al menos dos establecimientos industriales con Prácticas Productivas Tradicionales, y establecer el perfil micológico y micotoxicológico, teniendo en

cuenta que la contaminación fúngica puede ser más relevante que la bacteriana, dadas las características de algunos productos finales con un bajo contenido de humedad.

En una segunda etapa realizar un relevamiento micológico en una instalación Piloto, bajo condiciones de tiempo, temperatura y humedad controladas con el objeto de obtener un patrón de contaminación micológica inicial del producto.

En una segunda etapa seleccionar al menos dos instalaciones industriales ubicadas geográficamente en lugares estratégicos que cubran un importante volumen de la producción del producto estudiado.

La selección de las dos instalaciones industriales se debe realizar sobre la base de los siguientes criterios: a) que se encuentren ubicadas en la zona agroecológica a evaluar, b) que posea un volumen importante de procesamiento del producto estudiado, c) que reciban materia prima de los agricultores de la zona agroecológica evaluada y d) que se introduzcan Buenas Prácticas de Producción.

En esta etapa, la evaluación microbiológica debe completarse añadiendo el perfil bacteriológico al perfil micológico y micotoxicológico como una medida de parámetros naturales en el producto que se elabora bajo estrictos controles de Buenas Prácticas Productivas y para establecer la utilidad de los parámetros microbiológicos en el monitoreo de Buenas Prácticas Productivas en la elaboración del azúcar, el té, el café y la yerba mate.

El diagrama heurístico para la ejecución de estos estudios investigativos se propone en la Figura 1.

Estimado del impacto económico de la aplicación de las buenas prácticas productivas. Un caso de producción de té negro

Debido a las exigencias de la exportación de té negro, se ha venido trabajando en la provincia de misiones, Argentina, en la aplicación de la estrategia investigativa propuesta para minimizar la contaminación microbiológica en esta producción. El estudio realizado recomendó un grupo los gastos inversionistas, de manera que para una instalación productora de 700 t/zafra incluyeron los gastos inversionistas que comparativamente con los ya realizados se establecen en la Tabla 1, según los aspectos recomendados en la literatura especializada.⁷

Tabla 1: Estudio comparativo entre los gastos inversionistas de una instalación sin Buenas Prácticas Productivas y cuando se aplican las Buenas Prácticas Productivas.

Nº	Tipos de costos	Valor para PPT en USD	Valor para BPP en USD
1.	Costos directos	279.577,37	291.811,75
1.1.	Equipos	118.437,50	118.437,50
1.2.	Gastos de instalación	37.453,00	37.453,00
1.3.	Instrumentación y control	4.500,00	11.812,50
1.4.	Cañerías y tuberías	10.440,00	10.440,00
1.5.	Instalar equipos eléctricos	9.975,00	9.975,00
1.6.	Obras civiles	31.531,25	36.453,13
1.7.	Instalaciones de servicios	39.390,62	39.390,62
1.8.	Terrenos	27.850,00	27.850,00
2.	Costos indirectos	48.548,00	51.270,71
2.1.	Ingeniería y supervisión	14.000,00	14.571,13
2.2.	Honorario de contratistas	19.900,00	21.699,58
2.3.	Otros	14.648,00	15.000,00
3.	Capital fijo invertido	328.125,00	343.082,46

Estos cambios inversionistas originan beneficios en la calidad de las producciones permitiendo un incremento de los valores de producción entre un 4% y un 6% lo que permite un estudio comparativo de variación de costos y ganancias, que se ofrece en la Tabla 2 para un valor promedio de 5%. Lo que significa un incremento de las ganancias anuales de 18.112.58 USD, para estos resultados el VAN es de: 39.654,51 USD, la TIRD: 63% y el PRD: 2,5.

Por lo anterior se comprende que la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción es beneficiosa desde el punto de vista económico.

Tabla 2: Estudio comparativo entre los costos y valores de producción, así como la ganancia de una instalación sin Buenas Prácticas Productivas y cuando se aplican las Buenas Prácticas Productivas.

Nº	Tipos de costos	Valor para PPT en USD	Valor para BPP en USD
1.	Costo de fabricación	379.870,88	385.061,89
1.1.	Costos directos	328.084,38	33.524,62
1.1.1.	Materias primas	196.875,00	196.875,00
1.1.2.	Mano de obra	39.850,00	39.850,00
1.1.3.	Supervisión directa + oficina	8.843,75	8.843,75
1.1.4.	Servicios auxiliares	39.500,00	40.000,00
1.1.5.	Mantenimiento + reparaciones	38.375,00	39.870,89
1.1.6.	Suministros para la operación	1.640,63	2.106,49
1.1.7.	Gastos de laboratorio	3.000,00	3.000,00
1.1.8.	Patentes y regalías	0,00	0,00
1.2.	Cargos fijos	38.325,00	40.076,65
1.2.1	Depreciación	32.812,50	34.308,25
1.2.2.	Impuestos locales	3.937,50	4.112,99
1.2.3.	Seguros	1.575,00	1.655,20
1.2.4.	Alquileres	0,00	0,00
1.3.	Gastos generales de planta	13.460,62	13.460,62
2.	Gastos generales	13.880,00	13.980,00
2.1.	Gastos de administración	7.825,00	7.825,00
2.2.	Distribución y marketing	2.825,00	2.825,00
2.3.	Investigación y desarrollo	500,00	500,00
2.4.	Intereses financieros	330,00	400,00
	Costos totales de producción	393.750,00	399.041,89
	Valor de producción	444.684,83	468.089,30
	Ganancias por ventas	50.934,83	69.047,41
			18.112,58

Conclusiones

1. Es factible mediante la metodología investigativa desarrollada evaluar el impacto de las Buenas Prácticas de Producción sobre la calidad microbiológica y micotoxicológica de alimentos obtenidos de los vegetales y sometidos a diferentes procesos de tratamiento como es el caso del azúcar, el té el café y la yerba mate.
2. Es factible, mediante la evaluación micológica previa de la materia prima, establecer un patrón de comportamiento inicial

y bajo estrictos controles de higiene, de la variación de la micoflora, tanto del número como del tipo de contaminantes de los alimentos obtenidos de los vegetales y sometidos a diferentes procesos de tratamiento como son los casos del azúcar, el té, el café y la yerba mate durante las etapas de su elaboración.

3. La aplicación de Buenas Prácticas de Producción puede permitir un impacto económico positivo en las instalaciones industriales tradicionales existentes y con ello la recuperación de los gastos inversionistas para su modernización y el cumplimiento de las exigencias de calidad microbiológica en breve tiempo.

Recomendaciones

1. Aplicar la metodología investigativa desarrollada para incrementar el impacto de las Buenas Prácticas Productivas sobre la calidad microbiológica y micotoxicológica de instalaciones procesadoras de vegetales para alimentos como el azúcar, el café, el té o la yerba mate.

2. Que en los procesos industriales se establezcan los puntos críticos de control microbiológico observando los puntos de comportamiento disímil con respecto al comportamiento microbiológico del patrón de comportamiento inicial.

3. Que se extremen los controles de los parámetros tecnológicos e higiene en las etapas críticas para lograr una calidad microbiológica aceptable en el producto final.

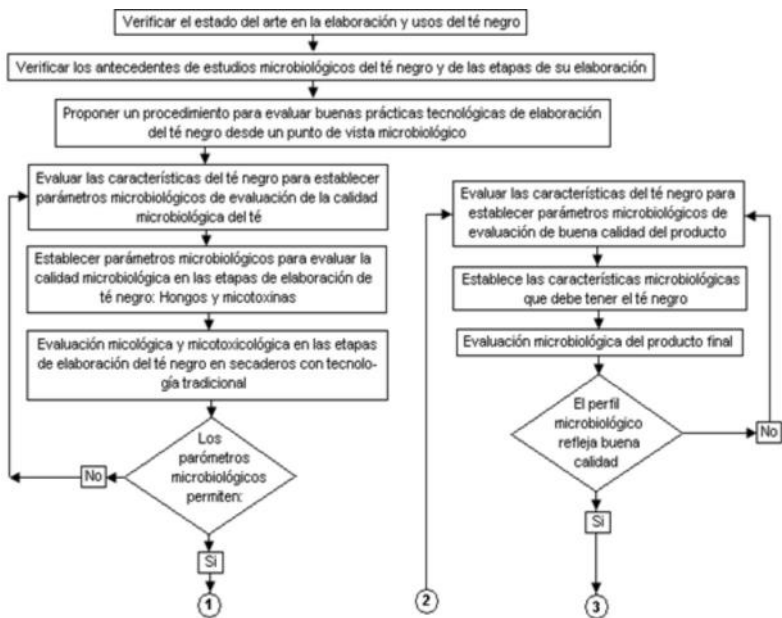
Bibliografía

1. Adams, M.R. and M.O. Moss (1997)
“Alcance de la microbiología de los alimentos” (Cap. 1), in Microbiología de los alimentos, T.R.S.O. Chemistry, Ed., ACRIBIA S.A., Zaragoza, pp. 1-5.
2. Muller, D. (2000)
Microbiología de los Alimentos vegetales. 1° Ed., Editorial ACRIBIA, Zaragoza.
284 pp.

3. Jay, J. M. (2002)
“Inocuidad microbiológica de los alimentos” (Cap. 18), in *Microbiología moderna de los alimentos*, 4° Ed ACRIBIA: Zaragoza, pp. 513-523.
4. Mossel, D. A. A; B. Moreno García y C. B. Struijk (2003)
Microbiología de los alimentos. Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos., 2° Ed, ACRIBIA, Zaragoza, 734 pp.
5. Jay, J. M. (2002)
“Parámetros intrínsecos y extrínsecos de los alimentos que influyen en el crecimiento de los microorganismos” (Cap. 3), in *Microbiología moderna de los alimentos*, 4° Ed. ACRIBIA, Zaragoza. pp. 45-62.
6. Frazier, W. C. and D. C. Westhoff (2001)
“Microbiología del saneamiento de alimentos” (Cap. 27), in *Microbiología de los alimentos*. ACRIBIA, Zaragoza.
7. Peter, M. S. and K. D. Timmerhaus (1981)
Plant design and Economics for Chemical Engineers, McGraw Hill book Company New York. ISBN 07-049579-3.

ANEXO I

DIAGRAMA HEURÍSTICO PARA LA ESTRATEGIA INVESTIGATIVA



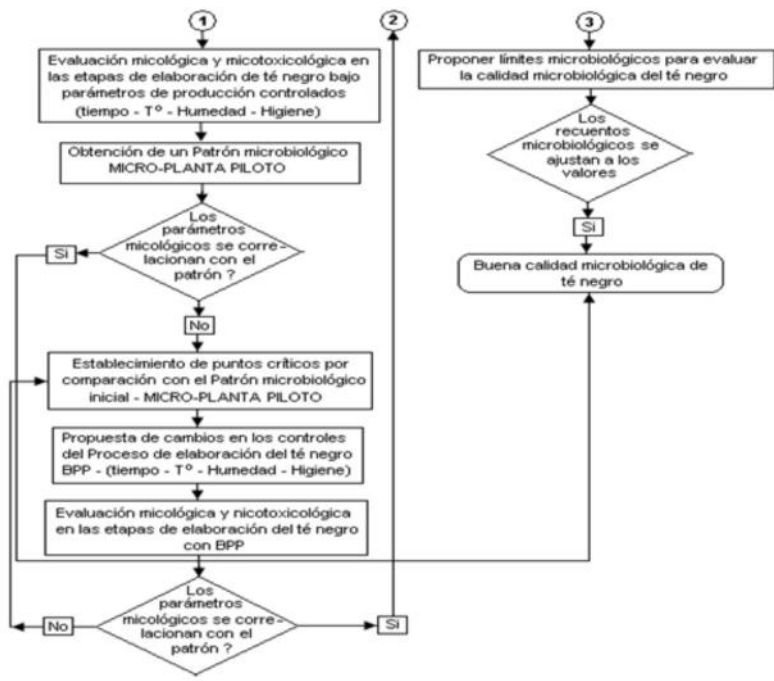


Figura 1: Diagrama Heurístico para la Estrategia investigativa encaminada a la determinación y evaluación de Buenas Prácticas Productivas que incrementen la calidad microbiana de los productos finales. Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO VII

POSIBLE IMPACTO DE LAS CONSULTARÍAS DE INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO PROSPECTIVO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA Y FERMENTATIVA, MEDIANTE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA

Erenio González Suárez
Juan Esteban Miño Valdés
Nicolás González Suárez
Diana Niurka Concepción Toledo

Introducción

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.

El impacto de los resultados científicos en la economía nacional solo será real en la medida que se transfieran en forma de tecnología a los procesos productivos.

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.

Por ello, la innovación 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.

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 las siguientes seis condiciones [1]:

1. Que la tecnología cuente con el nivel de desarrollo tal que pueda permitirle al adquiriente 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 exista una empresa interesada en licenciar la tecnología, seguramente posicionada en términos competitivos razonables y con una base tecnológica no muy fuerte, tal que le obliga a adquirir tecnología con otras empresas, tecnólogos o centros de I&DT.
5. Que los investigadores participantes en el proyecto de desarrollo tecnológico se involucren en el proceso de transferencia, documentando adecuadamente la tecnología, asesorando al licenciatario de la misma en su asimilación, adaptación y mejora, y capacitando a los técnicos y especialistas de la empresa que trabajarán con ella.
6. Que se logre un acuerdo de licencia tecnológica satisfactorio para las partes en aspectos esenciales tales como: formas de pago, propiedad de la tecnología, precio y alcance de la misma,

exclusividad, territorialidad, sublicenciamiento a terceros y solución de conflictos, entre otros.

Situación de la transferencia de resultados a la Ciencia, a la Industria Quím. y Ferment. Nacional

La transferencia de resultados de la actividad científica se ha visto limitada en los últimos, lo que tiene su fundamento entre otros factores en que la industria química es altamente dependiente de materias primas de importación y de portadores energéticos que son fuente de materias primas y energía, así como de grandes y sistemáticos gastos en mantenimiento para la conservación de la capacidad productiva y competitiva de este sector, lo que requiere de un financiamiento constante con el cual desde el inicio del periodo especial no se ha dispuesto, por lo que se ha perdido paulatinamente y en algunos casos de forma brusca, la capacidad de producción, afectando la demanda de soluciones tecnológicas requeridas para mantener la competitividad de la industria química y la posibilidad de pasar a la producción de determinados productos que se logran o mejoran con tecnologías nacionales.

Por otro lado, la caña de azúcar, fuente de productos químicos y energía renovables, sobre cuyo aprovechamiento se había realizado un tejido empresarial histórico y, en los últimos decenios, proyectado una consecuente diversificación de su empleo y en cuyas demandas tecnológicas descansaban las Políticas Científicas de numerosas instituciones de generación conocimientos del país, no está ahora disponible como para sostener la producción de azúcar, ni la de los otros principales derivados de la caña a niveles competitivos, lo que ejerce un “efecto dominó” sobre industrias químicas, que se desarrollaron partiendo de las demandas de este sector industrial y que al contraerse disminuyen también la demanda de soluciones que se desarrollaron con vistas al uso de la caña como fuente de productos químicos y energía.

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.

En adición a lo anterior, muchos resultados vinculados a la Industria Química y Fermentativa Nacional fueron previsto sobre la base de una Política Científica de los Centros de Generación de conocimientos que no siempre previó y tampoco fue capaz de adaptarse a la dinámica que han vivido las empresas nacionales en particular de la industria de procesos químicos, la que como se conoce a sufrido una contracción notable en esferas como los fertilizantes, pulpa y papel, neumáticos, azúcar y derivados y otras, que como se ha dicho, a consecuencia de las reducciones productivas de las primeras han visto afectadas las demandas de los productos.

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 se han dedicado pocos recursos en el contexto nacional a la transferencia de los resultados.

En muchos casos, no se han superado, en el contexto nacional, 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.

Así mismo, 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.

Las consultorías innovativas en su interrelación con el desarrollo prospectivo de las instituciones y la solución de problemas tecnológicos

Posibilidades de las consultorías como vía para fortalecer el vínculo universidad-empresa.

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.

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.

Lo anterior implica:

Fundamentar las bases cognoscitivas para establecer un sistema de consultorías a las empresas que permita incrementar la incidencia de los centros de generación de conocimientos en la sociedad en su conjunto.

- Establecer los fundamentos para el desarrollo prospectivo innovativo de las empresas de la economía en alianza con los centros de generación de conocimientos.
- Ordenar métodos de análisis y resolución de problemas en la industria que permitan incrementar la competitividad tecnológica de las empresas.
- Establecer conclusiones sobre el proceso de consultoría y valorar su impacto en el desarrollo prospectivo de la industria mediante la inclusión de estas necesidades en la Política Científica y los servicios científico - técnicos de los centros de generación de conocimientos.

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

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

Las consultorías de innovación

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.

El desarrollo prospectivo

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. A través de la prospectiva se

visualizan aquellos cambios tecnológicos, económicos, científicos, políticos, sociales que marcarán las pautas del desarrollo global de las sociedades; y con ello los escenarios futuros donde un país estará, inevitablemente insertado.

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 [3].

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.

La aplicación de estos conceptos han sido de muy útil aplicación en los trabajos de vinculación entre la estrategia de desarrollo de instituciones cubanas como la Electroquímica de Sagua [4], la Papelera Damují [5], el Grupo Empresarial de Villa Clara [6] y otras como el Proyecto San Javier de Argentina [7] 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.

Conclusiones

1. 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 la industria química y fermentativa de la economía nacional.
2. Siendo la innovación 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, este análisis 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.
3. Es factible proponer esquemas de trabajo colaborativo 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 consultorías innovativas que involucren la aplicación del conocimiento técnico especializado.

Bibliografía

1. Medellín Cabrera, E. L. R. Vega González (2004)
Evaluación de Tecnología: Herramienta de Gestión Útil para la Transferencia. Conferencia en I Jornadas Iberoamericanas de Absorción (Asimilación) de Tecnologías Empleando Biomas. La Antigua (Guatemala), 28 de junio a 2 de julio de 2004.
2. Stollenwerk , M. F.; Baratelli Jr., F.; Dou, H.; Quoniam, L.
Gestión estratégica de la tecnología e inteligencia tecnológica: el caso PETROBRAS. IBERGECIT'98.
3. González Suárez, E. (2004)
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. Páginas 242. ISBN: 959-7136-30-90.

4. González Suárez, N. E. González Suárez, L. Schuart, M. Morales Zamora (2005)
Aplicación del Análisis de proceso en la asimilación de nuevas Tecnologías para la modernización en el caso de alto deterioro del estado técnico de la instalación. Informe al Consejo Científico de la Facultad de Química y Farmacia.
5. González Suárez, E. Julio Pedraza Gárciga, Elena Rosa Domínguez, Hilda Oquendo Ferrer
Experiencia en la consideración de la incertidumbre en la industria azucarera y de procesos químicos de Cuba/92 Centro Azúcar 1/2004.
6. Moya Borges, A.
Estrategia de Ciencia e Innovación Tecnológica del Grupo Empresarial Agroindustrial “Villa Clara”. Tesis de Maestría en Dirección Empresarial. Facultad de Ciencias Empresariales, U. C. L. V., Cuba, Noviembre 2005.
7. Medel Pacheco, F.
Alternativas Técnico Económicas de diversificación del Ingenio San Javier, Informe al gobierno de la Provincia de Misiones, Posadas, Argentina, Noviembre del 2005.

CAPÍTULO VIII

APLICACIÓN DE LÓGICA DIFUSA A LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE ALTERNATIVAS DE PROCESOS DE RECONVERSIÓN AZUCARERA EN EL CONCEPTO DE BIOREFINERÍA E INTEGRACIÓN DE PROCESOS

Fernando Eduardo Ramos Miranda
Erenio González Suárez
Nancy López Bello
Juan Esteban Miño Valdés

Introducción

Las tecnologías de integración en la conversión de biomasa para producir combustibles, energía, o productos químicos a partir de biomasa se están desarrollando a una velocidad significativa, generando un amplio espectro de productos de interés comercial. El objetivo de estas instalaciones es multipropósito con el fin de lograr de forma sostenible varios productos de interés comercial. Las perspectivas de estas tecnologías son enormes son descritas ampliamente en todo el mundo (J. Hettenhaus, 2006), (Kinoshita, 2006, Lundmark, 2009), (Russo, 2009).

Por otra parte, la evaluación económico-financiera de esos proyectos, hecha de acuerdo con criterios que comparan flujos de beneficios y costos, permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea, si es o no rentable y si siendo conveniente es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño de planta más adecuado.

Los criterios de evaluación que se aplican con más frecuencia por los analistas de proyectos consisten en comparar precisamente los flujos de ingresos con los flujos de costos y los mismos se clasifican en dos categorías generales que son las técnicas para el análisis de la rentabilidad de la inversión (con y sin financiamiento) y las técnicas para el análisis financiero.

A la primera categoría pertenecen los métodos actualizados como el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno y a la segunda los Análisis de liquidez.

El cálculo manual de los Análisis Financieros y de Rentabilidad es muy trabajoso, con el riesgo a su vez de la posible introducción de

errores de cálculo. Para evitar ello y aprovechando las ventajas que brinda las técnicas computacionales se han establecido Programas de Computación que de forma sencilla, precisa y rápida permiten obtener estos indicadores.

Desarrollo de la metodología

En este capítulo se aplica la metodología desarrollada para selección de la alternativa más atractiva de reconversión de una industria azucarera con el concepto de biorefinería e integración de procesos. La decisión se basa en el mejor indicador Atractivo ISA obtenido como resultado de la metodología ADEII desarrollado en (Ramos, 2011) Metodología para la Evaluación integral de Proyectos de reconversión azucarera en el concepto de biorefinería con enfoque Difuso.

Casos de estudios seleccionados. Se analizarán las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA 1

En esta alternativa se van a considerar todos los procesos de producción que se pueden obtener en un complejo industrial en el concepto de una biorefinería. En la misma entraría como materia prima la caña de azúcar, agua e insumos, para obtener:

- Azúcar crudo de alta polarización como producto principal, con los jugos ricos.
- Alcohol y sus coproductos alcoholes superiores y ésteres, a partir de la miel final, los jugos pobres y el jarabe lignocelulósico de la hidrólisis del bagazo sobrante.
- Energía eléctrica con aproximadamente el 90 % del bagazo, entregando a la red nacional el excedente.
- A partir de la cachaza biodiesel, cera y un residuo sólido para compost.
- Del residual de la destilería (vinaza) obtener levadura torula y sus residuales para riego.

Tiempo de operación: los días de zafra.

ALTERNATIVA 2

Todo el jugo mezclado para la producción de azúcar comercial, el resto de las condiciones iguales a la 1.

ALTERNATIVA 3

Ampliando el aprovechamiento de la capacidad de la destilería en el período no zafra mediante el vínculo de mieles finales de otros centrales, utilizando la caldera de petróleo que está instalada. El resto de las condiciones iguales a la 1.

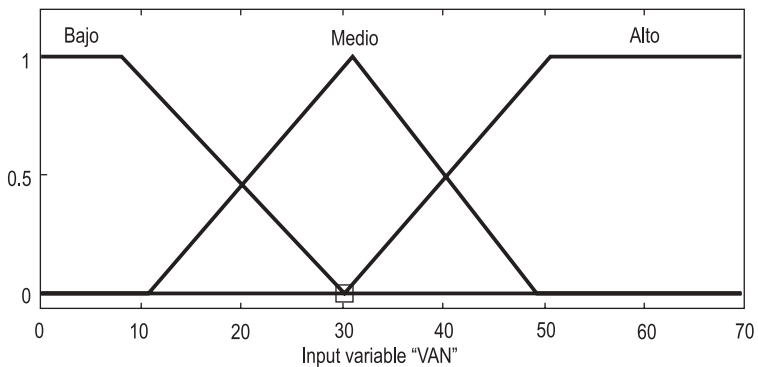
ALTERNATIVA 4

Entregar todo el bagazo sobrante como alimento animal y no invertir en obtener el jarabe lignocelulósico. El resto de las condiciones iguales a la 1.

Tabla 1: Resultados de los índices Atractivo ISA para las cuatro variantes de “Heriberto Duquesne” en el concepto de Biorefinería.

	VAN	TIR	IA	IS	Atractivo ISA
1	41,5	37,4	0,47	0,39	0,475
2	38,5	34,5	0,47	0,39	0,437
3	54,7	44,0	0,43	0,44	0,553
4	66,0	77,5	0,41	0,41	0,65

El programa utilizado para la solución del estudio se muestra en el Anexo 1, y las Reglas IF-THEN del sistema FIS en el Anexo 2. La Figura 1 muestra los rangos y las etiquetas definidas por el experto para las variables del sistema.



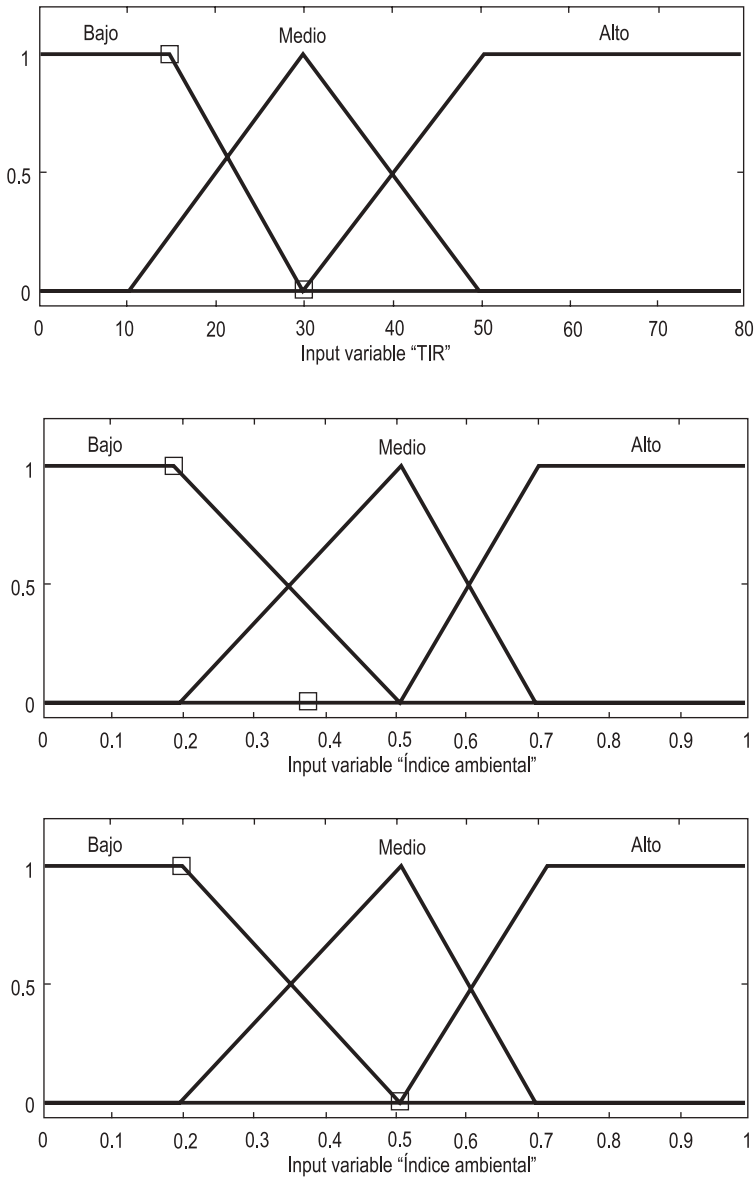


Figura 1: Funciones de pertenencia de las cuatro variables de entrada.

La estructura de las reglas del sistema de decisión es del tipo: **If** (VAN is Alto) **and** (TIR is Alta) **and** (Índice Ambiental is alto) **and** (Índice Social is Bajo) **then** (Atractivo is atractiva). De este modo, a cada una de las cuatro variables de entrada se les podrá asignar una

de tres etiquetas (Bajo, Medio y Alto) disponiendo el experto por tanto de 81 reglas para asignar el incentivo a la permanencia correspondiente a cada combinación posible de etiquetas del antecedente de la regla. La variable de salida Atractivo se ha estructurado en cuatro clases posibles con las funciones de pertenencia que se muestran en la Figura 2 y las reglas del FIS Alternativas, en la Fig. 3.

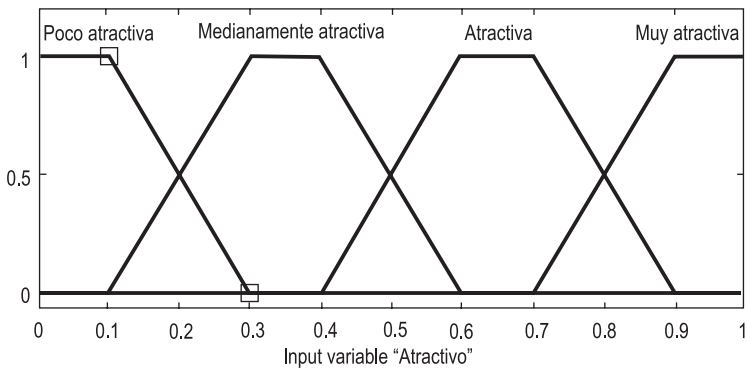


Figura 2: Funciones de pertenencia de la variable de salida Atractivo ISA

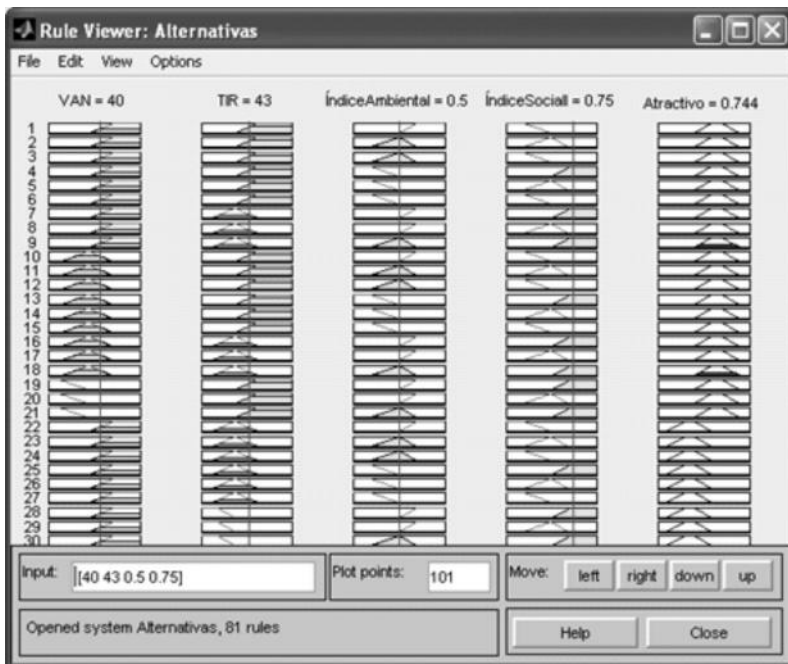


Figura 3: Reglas del FIS Alternativas.

Toma de decisiones

El último paso de la metodología es la selección de los decisores de la mejor alternativa de reconversión a biorefinería. Esta decisión no solo estará fundamentada en un análisis clásico de indicadores económicos sino que estará asistida por criterios medioambientales y sociales. La alternativa a seleccionar será la que tenga mayor valor del Atractivo ISA. En este caso la mejor alternativa (Tabla 1 es la cuatro con un Atractivo ISA = 0,65.

Conclusiones

1. Se ha aplicado con éxito el modelo de decisión híbrido a partir del método Delphi con enfoque difuso, indicadores económicos, ambientales y sociales y un sistema de inferencia difuso para la selección y evaluación del atractivo de alternativas de reconversión para la industria azucarera.
2. La metodología desarrollada permitió seleccionar la alternativa 4 de biorefinería como la mejor a partir de indicadores económicos, ambientales y sociales.
3. La rapidez y flexibilidad del método permite adaptarlo rápidamente a otros escenarios industriales, siendo la participación de los expertos muy significativa para el éxito de la aplicación.

Bibliografía

1. Hettenhaus, J. (2006)
Achieving Sustainable Production of Agricultural Biomass for Biorefinery Feedstock. Biotechnology Industry Organization.
2. Kinoshita, V. K. D. E. S. T. C. (2006)
Potential for Ethanol Production in Hawaii. University of Hawaii.
3. Lundmark, P. S. R. (2009)
Implications for Market Behavior and Policy The Development of Forest-based Biorefineries. FOREST PRODUCTS JOURNAL, 59, 10.

4. Ramos, F. G., J.; González, E.;López, N. (2011)
Metodología para la Evaluación integral de Proyectos de recon-
versión azucarera en el concepto de biorefinería con enfoque Di-
fuso.
5. Russo, L. J. (2009)
Integrated Biorefinery Progress. Office of Biomass Program.
Dpto of Energy, USA.

ANEXO 1

CODIFICACIÓN EN MATLAB DEL MÉTODO DELPHI CON ENFOQUE DIFUSO

```
%Programa para determinar el consenso de expertos mediante el
método Delphi con enfoque difuso
clear
clc
disp(' PROGRAMA PARA DETERMINAR EL CONSENSO DE
EXPERTOS MEDIANTE ')
disp(' EL MÉTODO DELPHI CON ENFOQUE DIFUSO ')
disp('*****
*****')
disp(' Entrada de datos ')
disp('*****
*****')
disp(' ');
disp('Entre el valor de beta para ponderar el nivel de acuerdo rela-
tivo y')
disp('la importancia del experto. Los valores de beta están entre 0
y 1')
disp(' ');
beta=input('Beta = ');
disp(' ');
%% Módulo de entrada de datos.
[filename, pathname] = uigetfile( ...
{ '*.xls; *.xlsx', 'Excel files (*.xls, *.xlsx)'; ...
' *.*', 'All Files (*.*)' }, ...
'Abrir libro excel con opiniones de expertos para cada variante', ...
'MultiSelect', 'off');
[Encuesta]=xlsread([pathname filename]);
%% Módulo de asociación con números difusos triangulares
% m es el número de la alternativa y n es el número del experto
[m,n]=size(Encuesta);
fprintf('Usted está solicitando opiniones para %3.0f alternativas\n',
m)
fprintf('y está encuestando a %3.0f expertos\n', n)
disp('Declare el nivel de importancia r(i) de cada uno de los exper-
tos')
```

```

disp(' ');
for l=1:n
fprintf('Experto(%2.0f)\n',l)
ri(l)=input('Importancia relativa del experto= ');
disp(' ');
end
paso=input('Paso de integración para calcular intersección y unión=
');
a=[];
cita=[];
lambda=[];
minimo_esc=min(Encuesta);
maximo_esc=max(Encuesta);
CITA=ones(m,n);
for k=1:m
for l=1:n
CITA(k,l)=minimo_esc(l);
LAMBDA(k,l)=maximo_esc(l);
A(k,l)=Encuesta(k,l);
end
end
%% Matriz de acuerdo
for k=1:m %k es cada alternativa
for l=1:n
a(l,:)=A(k,:);
cita(l,:)=CITA(k,:);
lambda(l,:)=LAMBDA(k,:);
end

for l=1:n
for g=1:n
miu1_interc=[];
miu2_interc=[];
miu1_union=[];
miu2_union=[];
x=(a(l,l)-cita(l,l)):paso:(a(l,g)+lambda(l,g));
%% área de la intersección
X=length(x);
mu1=zeros(l,X);
for h=1:X

```

```

if x(h)<=a(l,l) && x(h)>(a(l,l)-cita(l,l))
mu1(l,h)=1-((a(l,l)-x(h))/cita(l,l));
elseif x(h)>a(l,l) && x(h)<=(a(l,l)+lambda(l,l))
mu1(l,h)=1-((x(h)-a(l,l))/lambda(l,l));
else
mu1(l,h)=0;
end
miu1_interc=[miu1_interc mu1(l,h)];
end

for h=1:X
if x(h)<=a(l,g) && x(h)>(a(l,g)-cita(l,g))
mu2(l,h)=1-((a(l,g)-x(h))/cita(l,g));
elseif x(h)>a(l,g) && x(h)<=(a(l,g)+lambda(l,g))
mu2(l,h)=1-((x(h)-a(l,g))/lambda(l,g));
else
mu2(l,h)=0;
end
miu2_interc=[miu2_interc mu2(l,h)];
end
miu_interc=min(miu1_interc,miu2_interc);
area_interc(l,g)=sum(miu_interc*paso);

%% área de la unión
mu1=zeros(l,X);
for h=1:X
if x(h)<=a(l,l) && x(h)>(a(l,l)-cita(l,l))
mu1(l,h)=1-((a(l,l)-x(h))/cita(l,l));
elseif x(h)>a(l,l) && x(h)<=(a(l,l)+lambda(l,l))
mu1(l,h)=1-((x(h)-a(l,l))/lambda(l,l));
else
mu1(l,h)=0;
end
miu1_union=[miu1_union mu1(l,h)];
end

for h=1:X
if x(h)<=a(l,g) && x(h)>(a(l,g)-cita(l,g))
mu2(l,h)=1-((a(l,g)-x(h))/cita(l,g));
elseif x(h)>a(l,g) && x(h)<=(a(l,g)+lambda(l,g))

```

```

mu2(l,h)=1-((x(h)-a(l,g))/lambda(l,g));
else
mu2(l,h)=0;
end
miu2_union=[miu2_union mu2(l,h)];
end
miu_union=max(miu1_union,miu2_union);
area_union(l,g)=sum(miu_union*paso);
end
%% nivel de acuerdo
%Matriz de acuerdo para cada variante.
E(k).S=area_interc./area_union;
%Nivel de acuerdo promedio de cada experto para cada variante k
AE(k).P=(1/(n-1))*(sum(E(k).S)-1);
%Nivel de acuerdo relativo por experto para cada variante k
NAR(k).R =AE(k).P/sum(AE(k).P);
%importancia relativa del experto
wi=ri/sum(ri);
%Coeficiente de nivel de consenso
CNC(k).C=beta*wi+(1-beta)*NAR(k).R;
end
end
%% Número difuso global para cada variante
a_global=[];
cita_global=[];
lambda_global=[];
for k=1:m
a_global=[a_global sum(CNC(k).C.*A(k,:))];
cita_global=[cita_global sum(CNC(k).C.*CITA(k,:))];
lambda_global=[lambda_global sum(CNC(k).C.*LAMBDA(k,:))];
end
R=[[1:m]' cita_global' a_global' lambda_global'];
%Ordenamiento de las alternativas por el consenso
Rord=ones(size(R));
Rord(:,3)=sort(R(:,3));
for k=1:length(R(:,3))
for l=1:length(R(:,3))
if Rord(k,3)==R(l,3)
Rord(k,1)=R(l,1);
Rord(k,2)=R(l,2);

```

```

Rord(k,4)=R(1,4);
end
end
end
disp('*****
*****')
disp(' RESULTADOS ')
disp('*****
*****')
disp('Número fuzzy integrado para cada alternativa por orden de
prioridad ')
disp('Alternativa a-cita a +lambda)
format bank
disp(Rord)

```

ANEXO 2

REGLAS IF-THEN DEL SISTEMA FIS

Regla	VAN	TIR	IA	IS	Atractivo
1	alto	alto	alto	bajo	atractivo
2	alto	alto	medio	medio	atractivo
3	alto	alto	medio	bajo	atractivo
4	alto	alto	bajo	alto	atractivo
5	alto	alto	bajo	medio	atractivo
6	alto	alto	bajo	bajo	atractivo
7	alto	medio	alto	alto	atractivo
8	alto	medio	alto	medio	atractivo
9	alto	medio	medio	alto	atractivo
10	medio	alto	alto	bajo	atractivo
11	medio	alto	medio	medio	atractivo
12	medio	alto	medio	bajo	atractivo
13	medio	alto	bajo	alto	atractivo
14	medio	alto	bajo	medio	atractivo
15	medio	alto	bajo	bajo	atractivo
16	medio	medio	alto	alto	atractivo
17	medio	medio	alto	medio	atractivo

18	medio	medio	medio	alto	atractivo
19	bajo	alto	alto	alto	atractivo
20	bajo	alto	alto	medio	atractivo
21	bajo	alto	medio	alto	atractivo
22	alto	medio	alto	bajo	medianamente atractivo
23	alto	medio	medio	medio	medianamente atractivo
24	alto	medio	medio	bajo	medianamente atractivo
25	alto	medio	bajo	alto	medianamente atractivo
26	alto	medio	bajo	medio	medianamente atractivo
27	alto	medio	bajo	bajo	medianamente atractivo
28	alto	bajo	alto	alto	medianamente atractivo
29	alto	bajo	alto	medio	medianamente atractivo
30	alto	bajo	medio	alto	medianamente atractivo
31	medio	medio	alto	bajo	medianamente atractivo
32	medio	medio	medio	medio	medianamente atractivo
33	medio	medio	medio	bajo	medianamente atractivo
34	medio	medio	bajo	alto	medianamente atractivo
35	medio	medio	bajo	medio	medianamente atractivo
36	medio	medio	bajo	bajo	medianamente atractivo
37	medio	bajo	alto	alto	medianamente atractivo
38	medio	bajo	alto	medio	medianamente atractivo
39	medio	bajo	medio	alto	medianamente atractivo
40	bajo	alto	alto	bajo	medianamente atractivo

41	bajo	alto	medio	medio	medianamente atractivo
42	bajo	alto	medio	bajo	medianamente atractivo
43	bajo	alto	bajo	alto	medianamente atractivo
44	bajo	alto	bajo	medio	medianamente atractivo
45	bajo	alto	bajo	bajo	medianamente atractivo
46	bajo	medio	alto	alto	medianamente atractivo
47	bajo	medio	alto	medio	medianamente atractivo
48	bajo	medio	medio	alto	medianamente atractivo
49	alto	alto	alto	alto	muy atractivo
50	alto	alto	alto	medio	muy atractivo
51	alto	alto	medio	alto	muy atractivo
52	medio	alto	alto	alto	muy atractivo
53	medio	alto	alto	medio	muy atractivo
54	medio	alto	medio	alto	muy atractivo
55	alto	bajo	alto	bajo	poco atractivo
56	alto	bajo	medio	medio	poco atractivo
57	alto	bajo	medio	bajo	poco atractivo
58	alto	bajo	bajo	alto	poco atractivo
59	alto	bajo	bajo	medio	poco atractivo
60	alto	bajo	bajo	bajo	poco atractivo
61	medio	bajo	alto	bajo	poco atractivo
62	medio	bajo	medio	medio	poco atractivo
63	medio	bajo	medio	bajo	poco atractivo
64	medio	bajo	bajo	alto	poco atractivo
65	medio	bajo	bajo	medio	poco atractivo
66	medio	bajo	bajo	bajo	poco atractivo
67	bajo	medio	alto	bajo	poco atractivo
68	bajo	medio	medio	medio	poco atractivo
69	bajo	medio	medio	bajo	poco atractivo
70	bajo	medio	bajo	alto	poco atractivo

71	bajo	medio	bajo	medio	poco atractivo
72	bajo	medio	bajo	bajo	poco atractivo
73	bajo	bajo	alto	alto	poco atractivo
74	bajo	bajo	alto	medio	poco atractivo
75	bajo	bajo	alto	bajo	poco atractivo
76	bajo	bajo	medio	alto	poco atractivo
77	bajo	bajo	medio	medio	poco atractivo
78	bajo	bajo	medio	bajo	poco atractivo
79	bajo	bajo	bajo	alto	poco atractivo
80	bajo	bajo	bajo	medio	poco atractivo
81	bajo	bajo	bajo	bajo	poco atractivo

Desde el punto de vista de la industria química y fermentativa, pretendemos aportar un granito de arena en la aplicación de gestión de ciencia e innovación para el desarrollo local.

ISBN 978-950-579-451-5



 Universidad Nacional
de Misiones

www.editorial.unam.edu.ar

 LIBRO
UNIVERSITARIO
ARGENTINO