

# 20

Fecha de presentación: febrero, 2022

Fecha de aceptación: mayo, 2022

Fecha de publicación: julio, 2022

## IMPULSO

AL DESARROLLO PAULATINO DE FÁBRICAS DE AZÚCAR COMO BIORREFINERIAS MEDIANTE ACTIVIDADES DE POSTGRADO

### PROMOTION OF THE GRADUAL DEVELOPMENT OF SUGAR FACTORIES AS BIREFINERIES THROUGH POSTGRADUATE ACTIVITIES

Diana N. Concepción Toledo<sup>1</sup>

E-mail: [dianac@uclv.edu.cu](mailto:dianac@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4432-140X>

Erenio González Suárez<sup>1</sup>

E-mail: [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>

Fernando Ramos Miranda<sup>2</sup>

E-mail: [framos@ucf.edu.cu](mailto:framos@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0601-6228>

Eduardo Julio López Bastida<sup>2</sup>

E-mail: [kuten@ucf.edu.cu](mailto:kuten@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8503-3025>

Ana Celia de Armas Martínez<sup>1</sup>

E-mail: [anaceliaam@uclv.cu](mailto:anaceliaam@uclv.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0147-0704>

<sup>1</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Concepción Toledo, D.C., González Suárez, E., Ramos Mirand, F., López Bastida, E.J. & de Armas Martínez, A.C., (2022). Impulso al desarrollo paulatino de fábricas de azúcar como biorrefinerías mediante actividades de postgrado. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 217-224.

#### RESUMEN

Incrementar la fabricación de productos químicos y energías de fuentes renovables es una necesidad para el desarrollo de Cuba. Sin embargo, ante este desafío existió la problemática de no contar con una estrategia, para potenciar la participación conjunta de docentes, investigadores y profesionales del sector industrial. El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia de un sistema de actividades desde el postgrado encaminadas al desarrollo paulatino de fábricas de azúcar en el concepto de biorrefinerías. La estrategia empleada se sustenta en la ejecución de proyectos específicos a través del vínculo universidad-empresa, contando con la participación de los agentes implicados para satisfacer la demanda de incrementar la obtención de, productos y energías de fuentes renovables impactando en el desarrollo local. Los resultados se evidencian en la ejecución de 29 proyectos, que impulsaron 8 tesis doctorales en Ciencias Técnicas y 19 tesis de maestrías, con la autoría en su mayoría, de profesionales de las empresas, asesoradas por 5 universidades. Se concluye que el desarrollo paulatino de fábricas de azúcar como biorrefinerías permite investigaciones científicas que avanzan con mayor celeridad mediante actividades de postgrado pertinentes, experiencias que deben extenderse a otros sectores.

**Palabras Clave:** Fábricas de azúcar; Biorrefinerías; Posgrado; Vínculo universidad-empresa.

#### ABSTRACT

Increasing the manufacture of chemical products and energy from renewable sources is a necessity for Cuba's development today. Even though this has been a long-standing obvious challenge, the country had not pursued a strategy to promote the joint participation of teachers, researchers and professionals from the industrial sector. The objective of this work is to present the experience of a system of activities from the postgraduate level aimed at the gradual development of sugar factories in the concept of biorefineries. The strategy used is based on the execution of specific projects through the university-industry link, with the participation of the agents involved to meet the demand for increasing the production of products and energy from renewable sources, with an impact on local development. The results are evidenced in the execution of 29 projects, which promoted 8 doctoral theses in Technical Sciences and 19 master's theses, mostly authored by professionals from the companies, advised by 5 universities. It is concluded that the gradual development of sugar factories as biorefineries allows scientific research to advance more rapidly through relevant postgraduate activities, experiences that should be extended to other sectors.

**Keywords:** sugar factories, biorefineries, postgraduate, university-company link

## INTRODUCCIÓN

La crisis energética que se vislumbra con el agotamiento paulatino de los combustibles fósiles y el efecto negativo que se ha tenido en el medio ambiente ha demandado la atención de los científicos y empresarios hacia el uso de las fuentes renovables de energía, sin embargo las carencias de productos químicos estarán también presente con esta situación. La plataforma industrial de productos químicos tales como ácido acético, láctico, levulínico, combustibles líquidos como bioetanol y plásticos biodegradables pueden fabricarse a partir de fuentes maderables y otras biomasa lignocelulósicas (Hua-Jiang et al., 2008) por lo que se ha valorado una estrategia de obtención de productos químicos de la biomasa lignocelulósica (González & Miño, 2014) lo que permite valorar las alternativas de transformación de fábricas de azúcar en biorrefinerías (de Armas et al., 2018) en lo que se ha concebido el etanol como producto líder lo que incluye evaluar varios aspectos técnico económicos (González & Castro, 2012; Albernas et al., 2015) y materias primas (Morales et al., 2018).

“La idea actual debe ser fraccionar la biomasa atendiendo a obtener no uno, sino varios subproductos que sean susceptibles a la vez, cada uno fuente de materia prima para un determinado producto que tenga una demanda en el mercado, que puede ser pequeña en cantidad, pero como mercado al fin, en un concepto de economía de regiones, permite viabilizar la rentabilidad de las instalaciones industriales, al plantearse en símil con las refinerías de petróleo una gama de productos que satisfagan diversas demandas, quizás con algunos productos líder de alta demanda como pueden ser además del azúcar, el etanol, la electricidad, todo ello estableciendo el concepto de biorefinería de la caña de azúcar”(García et al., 2015).

En esta proyección, el enfoque de aprovechar integralmente la biomasa disponible, como fuente de productos químicos y energía, con apoyo del concepto de biorefinería, mediante “la conversión de los azúcares que están en los materiales lignocelulósicos a etanol” en primer término, “es un camino para optimizar la ganancia de la energía solar incorporada en el crecimiento de las plantaciones agrícolas”(Schacht et al., 2008) y permite a partir de un producto líder como el etanol, mediante el fraccionamiento inicial de la biomasa, una diversidad de productos químicos de alto interés.

El concepto de biorefinería constituye una vía para lograr las producciones limpias en la producción de etanol de primera, segunda y tercera generación desde la biomasa. Se ha definido como biorefinería a la instalación donde se

generan, de forma sostenible, un amplio espectro de productos de interés comercial a partir de la biomasa, vemos que el objetivo de estas instalaciones es multipropósito con el fin de lograr de forma sostenible varios productos de interés comercial. También se reconoce que son “instalaciones con el equipamiento necesario para integrar los procesos de conversión de biomasa en combustibles, energía y coproductos de valor añadido” (Hua-Jiang et al., 2008).

Por otro lado, como se conoce, uno de los factores limitantes para utilizar la biomasa como fuente de energía y también de productos químicos, es lo referente al aseguramiento de su recolección y transporte hacia el lugar de destino, por ello, la logística existente para la transportación de la caña de azúcar y desde luego, el bagazo con ella, hasta un complejo fabril productor de azúcar susceptible de estar integrado material y energéticamente con otras instalaciones industriales, abre una perspectiva extraordinaria de transformar paulatinamente las fábricas de azúcar en verdaderas biorrefinerías que emplean integralmente la caña de azúcar como fuente de productos químicos y energía. Estas instalaciones cuentan con facilidades de producción de la energía en forma de electricidad y vapor que se requieren para los procesos de obtención de azúcar y con ello con la cultura tecnológica de explotación y mantenimiento de estos procesos auxiliares, lo que les facilita la capacidad de aprendizaje tecnológico para la asimilación de nuevas producciones.

En el marco de este estudio se toma como base el aprovechamiento del potencial endógeno y los recursos económicos locales para transferir el conocimiento para su aplicación como solución a los problemas específicos de la industria azucarera en el territorio, siendo esta la base en la que se erige la presente experiencia. Lo que se corresponde con la exigencia de que una universidad debe ser capaz de gestionar el conocimiento y promover la innovación, contribuyendo al despliegue de sistemas locales, regionales, sectoriales y nacionales de innovación, lo que se sitúa en las perspectivas de los proyectos integradores y la formación laboral.

Mediante el proceso de formación postgradual, la universidad debe ser capaz de realizar una formación que no solo vaya de la mano con la oferta académica, sino que debe a través de sus programas de posgrados, asumir un papel crítico en la sociedad donde forme sus profesionales, propiciando las consultorías de innovación a través del postgrado (González et al; 2018), lo que puede realizarse con apoyo de una oficina virtual insertada en el sistema local de innovación (Concepción et al., 2013) y en su apoyo (Castro et al., 2013; Castro et al., 2014), y como, se ha concluido, para elevar el impacto económico social

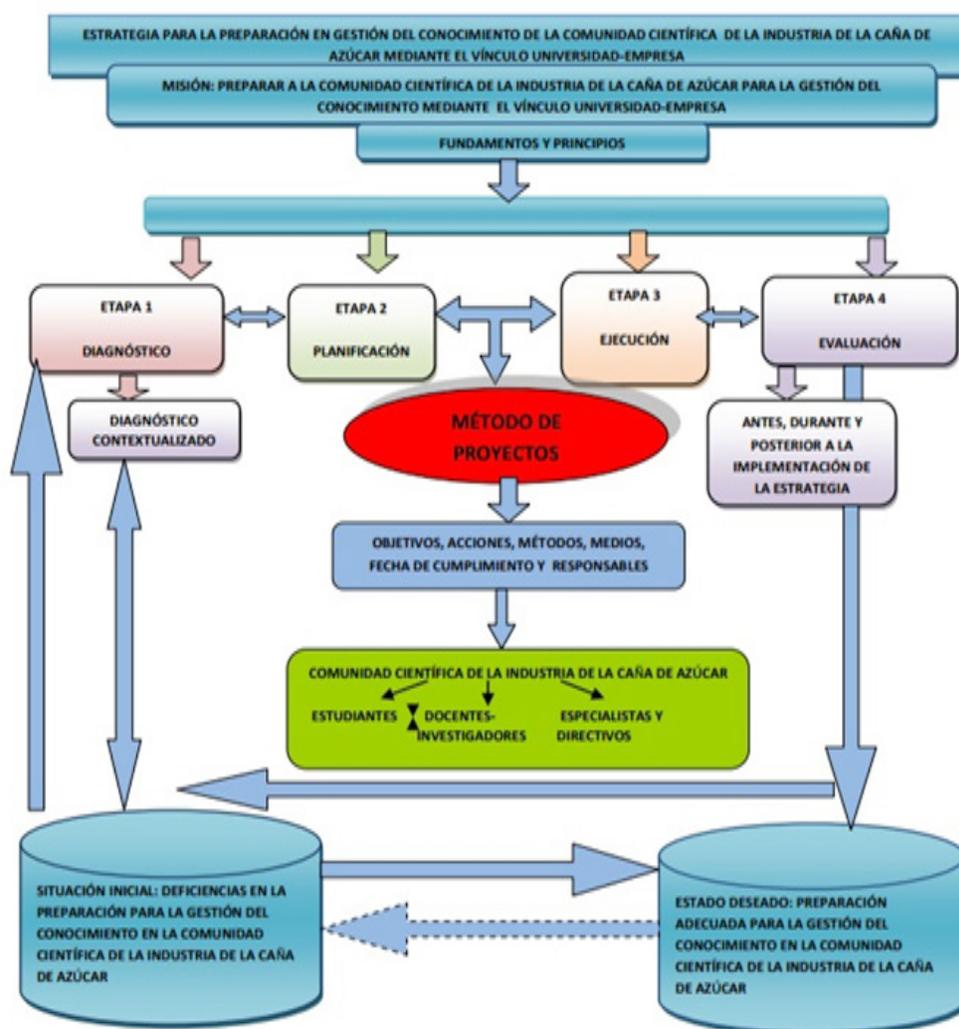
de la educación superior se requiere una mayor integración pertinente de sus procesos y el perfeccionamiento de su vinculación con el entorno, sobre la base de la ganar-ganar, confianza mutua y un código ético blindado.

## DESARROLLO

Los fundamentos anteriores y tomando como eje central la gestión del conocimiento, se decide poner en práctica una estrategia que se desarrolló del 2012 al 2020, a partir de vínculos previamente establecidos entre la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, la provincia de Villa Clara y las respectivas universidades con las esferas productivas de la industria de la caña de azúcar de las provincias de Cienfuegos, Santi Spiritus, la provincia de Camagüey y de Las Tunas.

Se estableció un sistema de acciones en función de buscar posibles soluciones a un grupo de demandas que prevalecían en las industrias de la caña de azúcar en los territorios en el orden científico, tecnológico y social, establecidas por los especialistas del sector azucarero y haciendo énfasis en el desarrollo prospectivo de este sector industrial como biorrefinería y contando con la aprobación de sus gobiernos locales.

En la (Figura 1) se representa la estrategia seguida en la que se muestra la conexión de los actores implicados a partir de las demandas científico tecnológico, en la ejecución de los proyectos de investigación:



**Figura 1.** Estrategia seguida en la experiencia a partir de la ejecución de proyectos mediante el vínculo universidad-empresa. Fuente: Elaboración propia, 2022.

### Organización de las experiencias.

La primera etapa estuvo dirigida a la realización de un diagnóstico en el que determinan mediante un análisis interdisciplinar, las demandas científicas y tecnológicas emitidas por los decisores en los procesos objeto de análisis. Se definieron las que se incluirían en el estudio, se designaron los responsables, asesores y coordinadores de cada una. Se contó con la aprobación y el apoyo de recursos materiales y humanos de los gobiernos municipales para este empeño. En una segunda etapa se examinaron los temas de investigación en correspondencia con las demandas establecidas. Se inicia la actividad de posgrado a través de la maestría o los doctorados, que tuvo como particularidad la búsqueda de una solución científica a cada una de las demandas consignadas, mediante el trabajo interdisciplinar e interactivo, conjugando la experiencia acumulada en la profesión y la el empleo de la gestión del conocimiento que se traducían en el aprendizaje para la adquisición, producción y aplicación de conocimientos para ofrecer soluciones. Atendiendo a las consideraciones anteriores, se procedió a la formulación de 5 proyectos empresariales generales entre la UCLV y las empresas azucareras para ser ejecutados mediante el vínculo universidad - empresa, concebidos a partir de las demandas contenidas en el banco de sus problemas y en correspondencia con la Política Científica de la UCLV, constituyéndose en el núcleo de la estrategia a partir de los cuales se defendieron los temas de investigación en las maestrías y doctorados.

Los proyectos aprobados, con participación de cinco universidades, 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 al 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.
6. Estrategia para el desarrollo paulatino de fábricas de azúcar en el concepto de biorrefinería

### Desarrollo de las experiencias.

La pertinencia de estas experiencias descansó en la promoción de vínculos estratégicos interdisciplinarios que abrieron paso al proceso emprendedor e innovador, con la particularidad de que los territorios no se consideraron agentes pasivos, sino que participaron activamente en las estrategias formuladas. Posteriormente, se elaboró la estrategia basada en la actividad de posgrado y la formulación de proyectos empresariales bajo el vínculo universidad - empresa. El coordinador del proyecto, asignó las acciones a desarrollar a docentes-investigadores, especialistas y directivos de las empresas participantes en el proyecto. 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 los proyectos. Los especialistas y directivos, matricularon la Maestría en Gerencia de la Ciencia y la Innovación, impartida por los docentes – investigadores de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas pero con la participación como tutores de tesis de docentes de las universidades de Cienfuegos, Santi Spiritus, Camagüey y Las Tunas, 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 sistemático 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. En paralelo con ello se desarrollaron Tesis de Doctorados vinculadas al progreso de la industria de los derivados, a la formulación de oportunidades de negocios en la industria de la caña de azúcar y sobre las temáticas de gestión de ciencia e innovación (Concepción, 2015) contribuyendo estas dos últimas a los resultados científicos que se fundamenta esta metodología.

Entre las tesis de formación de doctores defendidas exitosamente se destacan entre otras:

1. Estrategia para la reconversión de una industria integrada de azucarera y derivados para la producción de etanol y coproductos a partir de bagazo”. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2012, de la Dra. C. Marlen Morales Zamora.
2. Procedimiento metodológico para el diseño de procesos sostenibles de la agroindustria cubana. Tesis

en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2013, del Dr.C. Ing. Amaury Pérez Martínez.

3. Procedimiento para la síntesis y el diseño óptimo de plantas discontinuas de obtención de bioetanol empleando bagazo de caña de azúcar. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2014, de la Dr.C. Yaillet Albornos Carvajal
4. Metodología de evaluación para la conversión de fábricas de azúcar a biorefinerías mediante lógica difusa. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2015, del Dr.C. Fernando Efrén Ramos Miranda
5. Procedimiento para la selección y evaluación de oportunidades de negocios en la industria de la caña de azúcar. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2016, de la Dra. C. Glenia Rabassa Olazabal.
6. Obtención y Uso de Enzimas Celulolíticas Nativas de Ecuador para la producción de etanol de segunda generación Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2018, de la Dra. C. Carmen Amelia Salvador Pino
7. Sustitución de agentes químicos agresivos en pretratamiento ácido de residuos lignocelulósicos agroindustriales. Caso Bagazo de caña de azúcar". Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2018, del Dr.C. Luis Eduardo Guerra.
8. Alternativas de obtención de etanol y coproductos utilizando tecnologías de tercera generación e integrado a una fábrica de azúcar en el concepto de biorrefinería Diciembre Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2019, Dra. C. Ana Celia de Armas Martínez.

En el diseño de las investigación se dio prioridad al uso de los modernos métodos matemáticos pues se consideró que "para acelerar los resultados y enfoques multilaterales de las investigaciones, los métodos matemáticos se han convertido en un poderoso arsenal metodológico para la solución de problemas actuales y prospectivos de la industria que posibilitan no solo el desarrollo de los procesos óptimos, sino también la dirección de estos con vista a mantenerlos siempre en los regímenes óptimos y rutas deseadas"(Concepción et al., 2021).

Los resultados científicos alcanzados en las investigaciones y sus impactos sociales y económicos constituyeron propuestas para la solución a las demandas establecidas en la etapa inicial de la estrategia que incidieron en la dinámica empresarial, contribuyendo a incentivar no solo el sector productivo local y el crecimiento de la producción sino que incidieron directamente en la superación de los

especialistas del territorio desde sus puestos de trabajo, la mejora del nivel de vida y el empleo de la población.

#### Resultados obtenidos:

1) La determinación de las posibles tecnologías a introducir, en las instalaciones existentes, en Cienfuegos considerando las demandas del mercado, la disponibilidad de las materias primas y las tecnologías requeridas. Aquí se consideró como problemas de interés (Rocío et al 2015):

a) Las posibilidades de intensificación de la producción de etanol en una destilería moderna de etanol lo que incluyó lograr una tecnología más limpias mediante el aprovechamiento de los residuos de la producción de etanol como fuente de materias primas para otras producciones.

b) La conversión paulatina de una moderna fábrica de azúcar crudo de caña en biorefinería

2) La determinación de las posibles tecnologías a introducir, en las instalaciones existentes, en Villa Clara considerando las demandas del mercado, la disponibilidad de las materias primas y las tecnologías requeridas. Aquí se consideró como problemas de interés:

a) Las posibilidades de transformación del Polo Heriberto Chiquitico en el concepto de biorrefinería como una vía de impulsar el desarrollo territorial incluyendo el uso del bagazo como fuente de azúcares fermentables (Morales et al., 2018).

b) La transformación de una fábrica de azúcar en biorrefinería mediante la producción de biomasa proteica aprovechando las corrientes secundarias (de Armas et al., 2018),

3) La determinación de las posibles tecnologías a introducir, en las instalaciones existentes, en Santi Spiritus considerando las demandas del mercado, la disponibilidad de las materias primas y las tecnologías requeridas. Aquí se consideró como problemas de interés:

a) Incluir las producciones de ácido cítrico junto con las de una bioeléctrica en (Pérez et al., 2016) incluyendo modernas técnicas de separación para minimizar consumos energéticos.

b) Incluir el esquema energético de ALFICSA en una destilería existente en el territorio.

4) La determinación de las posibles tecnologías a introducir, en las instalaciones existentes en Camagüey considerando las demandas del mercado,

la disponibilidad de las materias primas y las tecnologías requeridas. Aquí se consideró como problemas de interés:

a) La instalación de una destilería de etanol de hasta tercera generación para lo cual será necesario evaluar la capacidad inicial óptima (Oquendo et al., 2016) e incorporar resultados obtenidos para etanol de segunda generación y asociada a la producción de coproductos de los residuos y corrientes intermedias de la producción de etanol de segunda generación.

b) La instalación de una planta de biodiesel y alcoholes superiores de cachaza de caña de azúcar según la tecnología de la UCLV macrolocalizada en un lugar adecuado de Camagüey si es posible asociada a la destilaría de tres generaciones (García et al., 2018)

5) La determinación de las posibles tecnologías a introducir, en las instalaciones existentes, en Las Tunas considerando las demandas del mercado, la disponibilidad de las materias primas y las tecnologías requeridas. Aquí se consideró como problemas de interés:

a) La reconversión como biorrefinería de una fábrica de azúcar ya diversificada aprovechando las instalaciones existentes y los logros en la utilización de las masas celulolíticas intermedias de la producción de furfural y después de etanol para etanol de segunda generación para tableros y aglomerado del bagazo virgen (Morales et al., 2016).

b) La reconversión de las instalaciones de derivados de una desfilaría de gran capacidad considerando las posibilidades de producción de etanol de varias generaciones, la utilización del Potasio disponible como materia prima y la producción desde la cachaza de biodiesel y alcoholes superiores

Estas acciones se evidencian en la ejecución de 29 proyectos, que impulsaron la realización de 19 tesis de maestría, la mayoría elaboradas por profesionales de las localidades incluidas en este estudio, y dirigidas por especialistas de las universidades de Las Tunas, Camagüey, Sancti Spíritus, Cienfuegos y Villa Clara, lo que favoreció establecer vínculos en la comunidad científica, la interdisciplinariedad y el fortalecimiento científico de los recursos humanos, lo que también es novedoso.

Los resultados obtenidos y su fundamentación se reflejan en 9 libros científicos, 2 tesis doctorales defendidas, 25 ponencias y 20 artículos científicos en apoyo a los aspectos conceptuales en los que se fundamenta el trabajo que se presenta, en adición, se elevó la visibilidad científica de las universidades implicadas y a su vez la

retroalimentación acerca de los avances y transformaciones actuales en las temáticas en que se desarrollaba la investigación.

Entre los libros científicos se destacan:

1. González Suárez, E., D. N. Concepción Toledo, M. Martínez Casanova, V. González Morales. (Compiladores). (2016) Colaboración universidad – Empresa en gestión del conocimiento y la innovación como recurso para el desarrollo local: El Municipio de Agua de Pasajeros. Editorial Feijoo ISBN: 978-959-312-203-0.2016, Cuba
2. González Suárez, E.; L. M. Peralta Suárez, W. Francisco Quezada Moreno, D. N. Concepción Toledo. (2016) Modelación y optimización de procesos como herramientas para incrementar el impacto científico en la Industria Química y Fermentativa. ISBN: 978-9978-395-27-Comité Editorial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
3. González Suárez, E.; D. N. Concepción Toledo, J. E. Miño Valdés (2019). Gestión de conocimientos en la estrategia de desarrollo de la industria de la caña de azúcar en el concepto de biorrefinería. UNM. ISBN: 978-987-86-1292-9, Posadas, Argentina
4. González Suárez, E.; N. L. Casdello Gutiérrez, D. N. Concepción Toledo, J. E. Miño Valdés. (2020). Estrategia de formación del capital humano para la gestión de ciencia y técnica en la industria química. UNM. ISBN 978-987-86-5853-7 Posadas, Argentina
5. González Suárez, E.; D. N. Concepción Toledo, J. Esteban Miño Valdés A. Pérez Martínez, V, Cerda Mejías (Cuba) Gestión del conocimiento en la industria de procesos con apoyo de herramientas matemáticas. Editorial Feijoo. ISBN N° 978-959-312-437-9 Villa Clara, Cuba

## CONCLUSIONES

La búsqueda de soluciones a problemas específicos reales, que contribuyan al desarrollo paulatino de fábricas de azúcar como biorrefinerías, a través de proyectos con apoyo del posgrado es una vía que se favorece el trabajo en equipos interdisciplinarios conduciendo a la producción, el intercambio y la aplicación de los conocimientos partiendo del aporte individual, la creatividad y el consenso colectivo.

El desarrollo paulatino de fábricas de azúcar como biorrefinerías para incrementar la fabricación de productos químicos y energía de recursos renovables como son el bioetanol, el biodiesel y la generación eléctrica utilizando la biomasa, son una importante fuente de demandas científicas que se resuelven con mayor celeridad a través de las actividades de postgrado de los implicados tanto

desde los centros de generación de conocimientos como las instalaciones de la industria de la caña de azúcar.

A través del trabajo conjunto entre la universidad, el gobierno local y el sector empresarial, se logra desencadenar 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.

Se logra incrementar 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 su pertinencia social.

La adecuada combinación de impactos al desarrollo de la industria de la caña de azúcar, la satisfacción de la demanda de productos y el incremento de la visibilidad de los investigadores a través de publicaciones a varios niveles permite la formación de doctores y masters tanto en el sector de la generación de conocimientos como en las empresas de la industria de la caña de azúcar lo que significa un crecimiento de las organizaciones.

Estas experiencias deben extenderse a otros sectores de la economía nacional e iberoamericana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albernas, Y. Corsano, G., Morales, M., González M., Santos, R., & González, E. (2015). Optimal design for an ethanol plant combining first and second-generation technologies. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro* - Vol. 5 Num. 5 Dec. 2014 Pag. 113 – 136. ISSN: 0122-5383
- Castro, N. A., Socorro, A.; González, E., Márquez, M. & Cruz, A. (2013). Sistema de innovación municipal. *Aguada de Pasajeros. Revista Nueva Empresa*, 9(3):72-77. ISSN: 1682-2455
- Castro, N. A., Gonzales, E., & Guzmán, F. (2014) Transferencia tecnológica, la integración ciencia, innovación tecnológica y medio ambiente en la empresa. *Ingeniería Industrial/ Vol. XXXV /No.3/ septiembre - diciembre/2014/p.277-288* ISSN:1815-5936
- Concepción; D. Rivero, J; González, E. & Cruz, E. (2013) Formación de una oficina virtual de gestión tecnológica. *Revista Cubana de Educación Superior*. Septiembre - diciembre, 18-30, Nro 3 ,2013 ISSN: 0257-4314
- Concepción D. N. (2015) Estrategia para la preparación en gestión del conocimiento de la comunidad científica de la industria de la caña de azúcar mediante el vínculo universidad – empresa. Tesis en opción al Grado Científico de Doctora en Ciencias de la Educación. UCLV
- Concepción, D. N., González, E., López, E. J., & Ramos, F. (2021). Gestión del conocimiento en la proyección científica de la industria química mediante diseños experimentales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 446-451.
- de Armas, A. C., Morales, M., Albernas, Y., & González, E. (2018) Alternativas para convertir una fábrica azucarera cubana en una industria biorefinera. *Centro Azúcar*, Vol. 45, No. 3, julio – septiembre, pp. 56-77. ISSN: 2223- 4861.
- García, R., Pérez, A., Diéguez, K., Mesa, L., González, I., González, M., & González, E. (2015). Incorporación de otras materias primas como fuente de azúcares fermentables en destilerías existentes de etanol. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*. Nro 75, pp-130-142. June 2015. DOI: 10.17533/udea.redin.n75a13
- García, R. A., Pérez, A., González, I., Villanueva, G., & González, E. (2018) Transferencia – asimilación de tecnologías de producción de biodiesel a partir de cachaza y la influencia de la macrolocalización en su rentabilidad. *Ingeniería, Investigación y tecnología*. Volumen XX (número 1), enero-marzo 2019 1-10:1-10. ISSN 2594-0732 FI-UNAM
- González, E., Concepción, D. N., & Miño, J. E. (2018). El valor intangible de las consultorías desde la universidad en el desarrollo de la industria química. *Universidad y Sociedad. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, ISSN: 2218-3620. Volumen 10, Numero 4, Julio Sept. pp 97-102.
- González, E. & Castro E. (2012). “Aspectos técnico económicos de los estudios previos inversionistas para la producción de etanol de caña de azúcar en el concepto de biorefinería”. Editorial Cooperación Iberoamérica y Espacio Mediterráneo. Jaén, España. ISBN: 978-84-8439-609-3.2012
- González, E., & Miño, J.E. (2014). “Aspectos de la Estrategia de Proceso para el aprovechamiento de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones. 2014 ISBN. 978-950-579-339-6.

- Hua-Jiang, H., Ramaswamy, S., Tschirner, U.W., & Ramarao, B.V.(2008). A review of separation technologies in current and future biorefineries. *Separation and Purification Technology* 62 (1), 1-21, 2008. 913, 2008.
- Morales, M., González, E., & Mesa, L. (2016). Avances en la obtención de tableros de fibras a partir de mezclas de residuales lignocelulósicos de bagazo. *AFINIDAD* Vol. LXXIII, 575, julio - setiembre 2016. 205-209
- Morales, M., de Armas, A.C., Mesa, L. Acosta, D. & González, E. (2018). Avances en el uso del licor hidrolizado de bagazo en la fermentación de mezclas azucaradas *AFINIDAD* Vol. LXXV, 581, Enero- marzo 2018.61-65
- Oquendo, H., González, E., Ley Chong, N. & Nápoles, M. F. (2016). Cálculo de capacidades de producción iniciales óptimas considerando elementos de incertidumbre. *Centro Azúcar* Vol. 43, No. 2, pp. 24-34
- Pérez, O., Ley Chong, N., Rodríguez, K.R., & González, E. (2016). Oportunidades de producción de ácido cítrico por vía fermentativa a partir de sustratos azucarados en Cuba. *Centro Azúcar* Vol. 43, No. 2, pp. 24-34.
- Schacht, C., & Carsten, G. (2008) .From plant materials to ethanol by means of supercritical fluid technology.. *J. of Supercritical Fluids* 46 (3)2008 299–321. October 2008 DOI: 10.1016/j.supflu.2008.01.018