De los residuos de fique a productos industriales de alto valor: Un caso exitoso de estudio con agricultores colombianos

Leidy Rendón-Castrillón*, Margarita Ramírez-Carmona*, Yesid Vélez-Salazar*, Carlos Ocampo-López*, Oscar Muñoz-Blandón* y Gabriel Doria-Gómez+

*Facultad de Ingeniería Química. Universidad Pontificia Bolivariana. Cq 1A N° 70-01, A. A. 56006, Laureles, Medellín, Colombia.
+Centro de Desarrollo Empresarial (CDE), Universidad Pontificia Bolivariana. Cq 1A N° 70-01, A. A. 56006, Laureles, Medellín, Colombia.

Email: leidy.rendon@upb.edu.co, margarita.ramirez@upb.edu.co, yesid.velez@upb.edu.co, carlos.ocampo@upb.edu.co, oscar.munoz@alfa.upb.edu.co y gabriel.doria@upb.edu.co

Abstract

La Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín, a partir de la nueva metodología que integra los conocimientos relacionados con las materias del currículo o de las estructuras de generación de conocimiento (grupos de investigación, semilleros de investigación, centros, institutos y unidades de transferencia), espera que estas estructuras: Investiguen, Transfieran, Presten Servicios y soporten Formación Continua Especializada. Esta metodología tiene por objeto la formación investigativa a través de un trabajo multidisciplinario donde se pueda generar proyectos que consigan pasar las etapas de la comercialización de estas tecnologías y cerrar brechas entre la industria y la Universidad.

Keywords: Formación Investigativa, Integración a la Vida Profesional, Sistema de Transferencia

1 Introducción

Transmitir, generar y transferir socialmente el conocimiento, son las funciones básicas de toda universidad y por consiguiente corresponde a uno de los objetivos de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). La investigación es la búsqueda del conocimiento, la enseñanza, su comunicación o transmisión y la transferencia para su aprovechamiento social. Actualmente la colaboración regional e internacional se asume también como una de las funciones sustantivas de las universidades (Aguirre, 2012).

Bajo este marco de actuación, la Universidad diseña e implementa un Sistema para la Gestión de la Investigación y la Transferencia de conocimiento bajo el lema “Innovar para Transformar” y como respuesta al nuevo contexto de globalización económica, revolución científico-tecnológica, la toma de conciencia de los países en desarrollo y su compromiso institucional de contribuir al desarrollo local, regional y nacional (Arboleda, 2013).

A partir de la identificación de oportunidades y necesidades en el medio, se genera y transfiere conocimiento para la transformación social y humana mediante soluciones novedosas de futuro con beneficio social y económico (Arboleda, 2013).

El sistema de Investigación y Transferencia se sustenta sobre el marco de los valores operativos, desde la dimensión académica e investigativa de la UPB. El sistema se alimenta con un mercado, entendido como individuos, empresas, comunidades, o el estado, que vienen desde afuera. El modelo es de innovación abierta que permite conocer las demandas del mercado. Dado que no es filosofía universitaria suplir todas las demandas existentes en el mercado, se establecen programas de ciencia, tecnología, innovación y desarrollo; estos, hoy en día se resumen en una sola palabra: “FOCOS”. Dichos focos fueron ya definidos por la universidad y comprenden cinco elementos: TIC, Energía, Salud, Agua, Alimentos y Territorio y Cultura y modos de relación (De aquí se deriva el sistema moda) (Aguirre, 2012).

Los focos se construyen a través de agendas de conocimiento, las cuales están conformadas por un grupo de expertos de la universidad con validaciones de expertos externos y ejercicios de vigilancia tecnológica que definen los programas de investigación a los que la Universidad debe apuntarle. Si una investigación particular no se ajusta a uno de los cinco focos, es probable que la universidad no realice una apuesta económica significativa en ella. Es decir que existen restricciones para que los grupos de investigación o las estructuras de generación de conocimiento (Centros, institutos y unidades de transferencia) definan sus programas y líneas de investigación en clave con dichos focos (Aguirre, 2012).

Las necesidades, proyectos o iniciativas que se identifiquen en el mercado y que se clasifiquen en uno de los cinco focos pueden entrar al sistema, la cual, a partir de un filtro realizado por el Centro de Desarrollo Empresarial (CDE), se define si comienzan a agotar las etapas dentro del sistema (Ramírez, 2012). Estas iniciativas pueden partir del

currículo (a través de la metodología de la formación investigativa) (Vélez, 2012) o de las estructuras de generación de conocimiento (grupos de investigación, semilleros de investigación, centros, institutos y unidades de transferencia), donde se espera que estas estructuras: Investiguen, Transfieran, Presten Servicios y soporten Formación Continua Especializada (Arboleda, 2013).

En este trabajo se diseñó y ejecutó la metodología para que la iniciativa de transformar los residuos del fique como materia prima para la industria se construyera desde el currículo de formación de un Ingeniero Químico, de tal manera que el resultado de investigación consiguiera entrar en la etapa de la gestión de ideas del sistema UPB. Para ello, se conformó un equipo de trabajo integrado por Ingenieros Químicos y Químicos Farmacéuticos con títulos de posgrado, estudiantes de posgrado y estudiantes de Ingeniería Química de pregrado. La fase inicial del proyecto se enmarcó dentro de la propuesta metodológica implementada por Vélez y colaboradores, como se muestra en la Figura 1, fundamentada en la iniciativa CDIO (Vélez, 2012). Se inició con la concepción de la idea, que nace de una necesidad explícita de la industria fiquera y para lo cual se vincula a estudiantes de pregrado para el levantamiento bibliográfico del estado del arte, montaje de métodos analíticos y caracterización completa de los residuos generados en el procesamiento de las hojas de fique (Fases de Diseño e Implementación). En esta etapa del proyecto los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en los cursos de Química Básica, Química General, Química Orgánica, Química Analítica y Metodología de la Investigación. La siguiente etapa correspondió a la evaluación de las posibilidades de transformación como producto terminado con valor agregado; para ello, se vincularon estudiantes de últimos semestres de Ingeniería Química y estudiantes del posgrado en Biotecnología, con el fin de realizar el levantamiento bibliográfico del estado del arte y con ello proponer diferentes alternativas de producto o proceso con valor agregado, con base en los conocimientos adquiridos en cursos avanzados de la malla curricular (como se muestra en la Figura 1). En estas etapas del proyecto se fortaleció en los estudiantes, tanto de pregrado como de posgrado, competencias metodológicas (manejo de bases de datos, interpretación de resultados de publicaciones científicas, redacción de documentos técnicos), competencias propositivas desde la ejecución experimental (montajes para la ejecución de las caracterizaciones fisicoquímicas) y obviamente competencias académicas (aplicación de los conceptos de base).

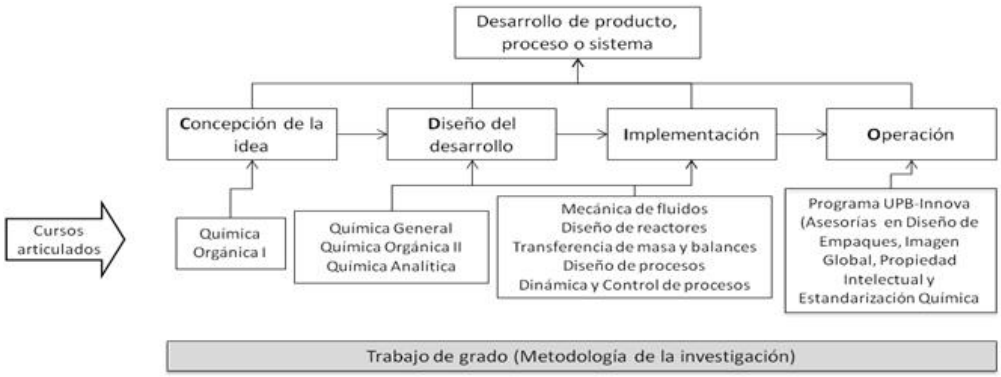

Figura 1: Diagrama de flujo de la propuesta metodológica (Vélez y colaboradores, 2012)

Finalmente, la fase de operación involucra al Centro de Desarrollo Empresarial que tendrá como función, la estructuración del plan de negocios, articulando el trabajo técnico generado por estudiantes y profesionales con las necesidades y visiones de la empresa beneficiaria.

En la transformación curricular en la Escuela de Ingeniería se planteó la Integración a la vida laboral, entendiéndose que Integrar es apropiarse de competencias y capacidades. Se vinculan las actividades de investigación, práctica, pasantías, semilleros y demás acciones desarrolladas por los estudiantes de los diferentes programas, que generarán en ellos habilidades o competencias transversales a las académicas y necesarias para su desarrollo como profesionales (Betancur, 2011).

La Integración a la Vida Profesional, permite que se valoren las actividades desarrolladas por los estudiantes que tienen componentes de aplicación en el ejercicio de su disciplina y aportan al desarrollo de competencias y habilidades de carácter administrativo, investigativo y académico que no se perfeccionan fácilmente desde las aulas (Betancur, 2011).

Se realiza una articulación de la IVP en la Formación Investigativa (FI), y eventualmente en la Investigación Formativa (IF), que conduce al cumplimiento de filosofía institucional: “Innovar para Transformar” (Betancur, 2011).

Se garantiza el efecto de la IVP en las competencias/capacidades de egreso del ingeniero. Esto explícitamente articulado con el diseño curricular con competencias/capacidades. De hecho, la relación causa-efecto debe ser a la inversa, es decir que la existencia de la IVP debe estar justificada como una necesidad para cumplir ciertas competencias de egreso.

De la misma forma, se garantiza el efecto de la IVP en la flexibilidad del programa (en créditos elegibles y optables), en la flexibilidad ofrecida al estudiante, en la flexibilidad ofrecida a la relación Universidad-Empresa, la flexibilidad ofrecida a la relación Pregrado-Grupos Investigación-Posgrados.

Con lo anterior se muestra que la metodología empleada articula el currículo del programa de Ingeniería Química con el Sistema para la Gestión de la Investigación y la Transferencia de conocimiento de la Universidad, generando proyectos que consiguen pasar las etapas de la comercialización de estas tecnologías, lo que permite cerrar brechas entre la industria y la academia.

2 Metodología

La metodología propuesta se fundamenta en el desarrollo de una tecnología visionando la comercialización a través de la Integración a la Vida Profesional (IVP) mediante la formación investigativa e integrando los resultados de ésta al sistema de transferencia UPB.

2.1 Formación Investigativa

La formación investigativa inicia desde el primer semestre en la Facultad de Ingeniería Química con las materias de Introducción a la Ingeniería Química y Tutoría. En estos cursos se presenta a los nuevos estudiantes todas las posibilidades que la Facultad de Ingeniería Química brinda para complementar su formación: Malla curricular, estructura organizacional, los grupos de investigación de la facultad y la forma de integrase a ellos; adicionalmente, se les presenta el catálogo de cursos electivos o de profundización que les permitirá complementar su conocimiento y en muchos de los casos adquirir competencias a nivel de laboratorio. El proceso continúa con la metodología de la Ruta Integradora de Asignaturas del Pregrado (Vélez, 2012) que busca conectar los conceptos teóricos de todas las asignaturas a través de la malla curricular. La conjunción entre esta metodología y los proyectos de cada uno de los grupos de investigación de la Facultad, permite que los estudiantes integren su formación académica con su formación investigativa, a través de la ejecución de las actividades propias de cada proyecto y con ello alcanzar los objetivos trazados para darle cumplimiento a las metas planteadas en conjunto con la industria.

Alrededor de este concepto, se vinculan al proyecto estudiantes de pregrado y posgrado que tienen como función realizar inicialmente una revisión bibliográfica que permita la estructuración de las actividades iniciales que conduzcan al cumplimiento de los objetivos específicos de una fase específica del proyecto. De este trabajo inicial se generan productos como: Revisión bibliográfica, asociada al curso Trabajo de Grado que promueve la formación en manejo de bases de datos y estructuración básica e interpretación de planteamientos de problema, metodologías analíticas y análisis de resultados; Metodologías analíticas, que permiten la aplicación de conocimientos adquiridos en cursos como Química General, Química Orgánica, Química Analítica y Análisis Instrumental. En este punto, los estudiantes entran en fase operacional con el fin de aplicar los conceptos teóricos a la práctica en laboratorio para realizar la caracterización de los residuales de jugo de fique. Esta información permite la toma de decisiones para la transformación de estos subproductos en productos con valor agregado, potencialmente comercializables.

La siguiente fase de la etapa de formación investigativa, corresponde a la estructuración, diseño y escalamiento de los potenciales productos con valor agregado. Nuevamente, los estudiantes construyen un estado del arte con base en los resultados obtenidos de la caracterización, lo que permite tamizar las posibles alternativas de aprovechamiento de los residuos y con ello generar propuestas de diseño y escalado de nuevos productos o procesos.

Los nuevos proyectos, permiten la continuidad de la articulación de los cursos de la malla curricular. Los estudiantes tiene como reto, enlazar el conocimiento aportado por las ciencias básicas, con los conocimientos generados en cursos del ciclo profesional como, Mecánica de fluidos, Diseño de reactores, Transferencia de masa y balances, Diseño de procesos y/o Dinámica y control de procesos, generando prototipos o productos a nivel de laboratorio que finalmente entran en la fase de transferencia de conocimiento a través del programa UPB-Innova y el Centro de Desarrollo Empresarial de la Universidad.

2.2 De la Idea a la incorporación del programa UPB Innova y con ella al Sistema de Transferencia

A medida que los estudiantes van obteniendo resultados en sus proyectos, se evalúa a partir de un filtro realizado por el Centro de Desarrollo Empresarial de la UPB, si entra al sistema de transferencia UPB. Cuando las ideas cumplen con todas las restricciones se realiza la Gestión de las Ideas, del Desarrollo y de los Nuevos Negocios, tal como se muestra en la Figura 2, apoyado inicialmente por el programa UPB Innova (Ramírez, 2012 y Rendón, 2011).

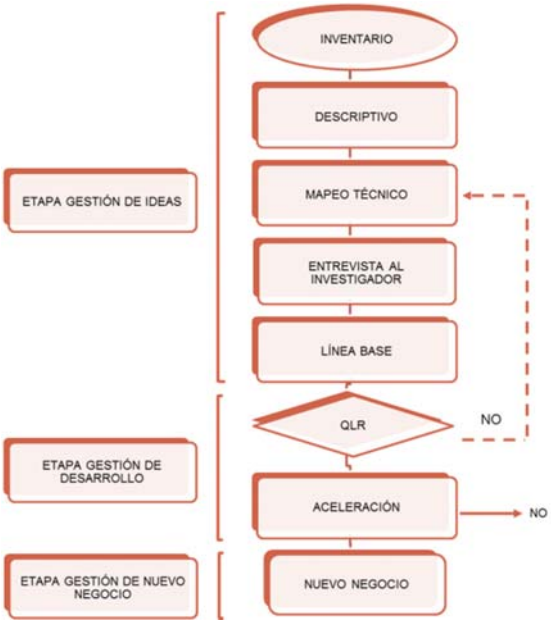

Figura 2. Etapas y actividades del Programa UPB Innova

El programa UPB Innova permite cerrar la brecha entre las necesidades de los industriales y los proyectos ejecutados desde la Universidad. Se busca que las ideas y necesidades industriales sean resueltas a través de proyectos de investigación que vinculen estudiantes de posgrado y de pregrado de diferentes semestres, de tal forma que se les permita conducir sus conocimientos adquiridos a través de la malla curricular y aplicarlos a los requerimientos del proyecto. Con esto ha sido posible diseñar y desarrollar diversos prototipos y/o productos con un potencial comercial que beneficia de forma directa a los industriales.

3 Resultados obtenidos

La UPB ha asumido el reto de repensar la actividad misional de la investigación: ¿Investigar para qué? ¿Investigar para quién?. La claridad de estas respuestas ayudó a resolver la manera de cómo fortalecer la Tercera Misión que implica un cambio de la Universidad clásica a una nueva Universidad que podría llamarse emprendedora e innovadora. Este salto de visión universitaria requiere por un lado, de la nueva definición de la misión que contribuya a insertarla en la era de la economía del conocimiento y por otro lado de la imperiosa necesidad de implementar la estrategia de Universidad - Empresa – Estado (Aguirre, 2012) .

Para lo anterior, desde el año 2011 se ha venido repensando el modelo de I+D+i de la Universidad y se ha estructurado un sistema de gestión de la innovación basado en las teorías de innovación abierta que busca lograr la transformación de actitudes y prácticas de la comunidad universitaria, de manera que mejoren formas de accionar y contribuyan a generar resultados de valor que impacten significativamente el medio en lo que se ha denominado: “Innovar para transformar” (Aguirre, 2012).

Hoy, debido a la plataforma estratégica que brinda el sistema de gestión de la innovación en la UPB, se empieza a lograr que la gestión de la producción científica y tecnológica se construya a partir de la trazabilidad de la generación, gestión, captura, almacenamiento y transferencia de conocimiento desde la aparición de las ideas que se dan en las aulas de clase y en otros ambientes de la comunidad universitaria hasta la materialización de resultados que impactan a la sociedad. A partir de ello ayuda a definir la estrategia de intervención, fortalecimiento, apoyo, acompañamiento y

asesoría desde gestión de proyectos, el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, la llegada al mercado y la apropiación social (Arboleda, 2013).

El punto de partida para la estructuración de las propuestas, corresponde al estudio y comprensión del proceso tradicional (Ver Figura 3), a partir del cual se inicia el levantamiento del estado del arte.

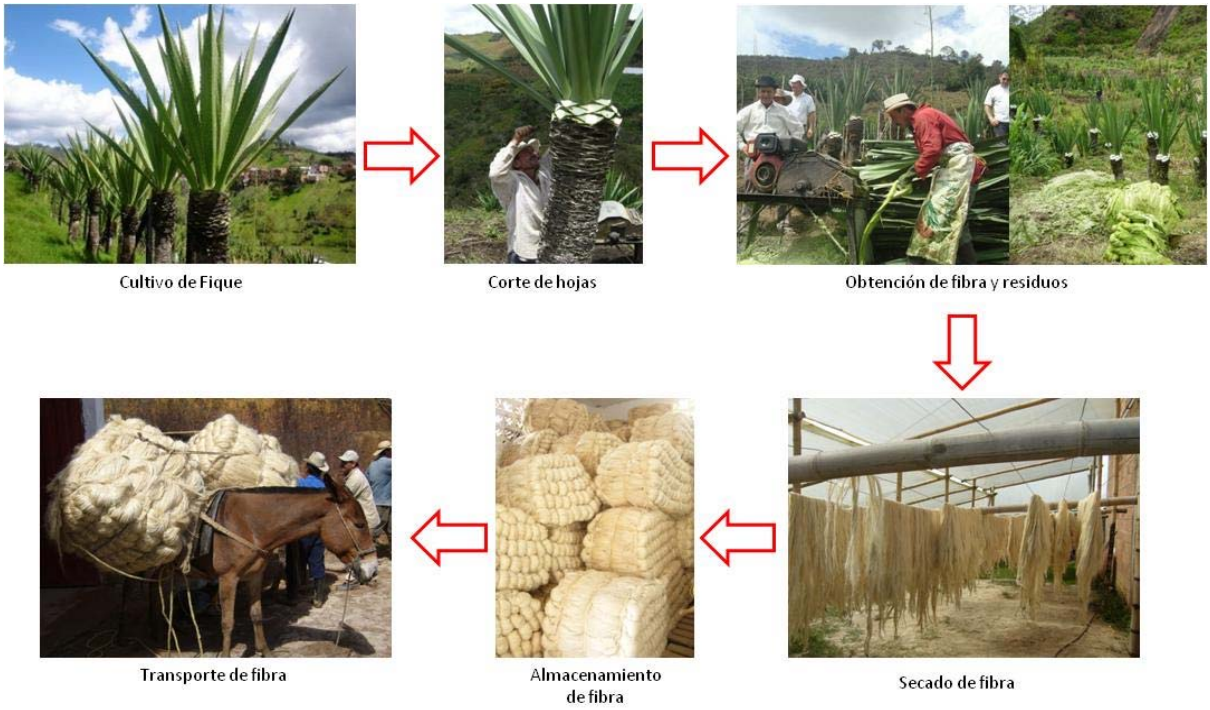

Figura 3. Proceso de obtención de la fibra de Fique

El interés industrial expresado por los empresarios, se concentra en el aprovechamiento de los subproductos residuales del proceso tradicional, a partir de los cuales se inició con el trabajo experimental por parte de los estudiantes: levantamiento de las fuentes bibliográficas, montaje de métodos analíticos y caracterización de los residuos. (Ver Figura 4.)

Figura 4. Subproductos residuales del proceso de obtención de fibra de Fique

El análisis de la información recolectada por los estudiantes, siguiendo la propuesta metodológica para la integración de las asignaturas de pregrado de Ingeniería Química (Vélez, 2012), fue posible definir como horizonte, cinco posibles productos con interés industrial: Sistema de estabilización de jugo de fique, producción de Bioetanol a partir de jugo de fique, obtención de materias primas para la industria cosmética o farmacéutica a partir de jugo de fique,

bioadsorción de plaguicidas a partir de bagazo de fique y producción de un fungicida a partir de jugo de fique; algunos de ellos apoyados a través de alianzas Universidad-Empresa-Estado, en búsqueda del cierre de la brecha Investigación–Aprovechamiento industrial/comercial. La Figura 5, ejemplifica el trabajo realizado para la obtención de Bioetanol a partir de jugo de Fique, partiendo del análisis microbiológico, haciendo uso del conocimiento adquirido en el curso de Ingeniería Bioquímica (que incluye un módulo de Biotecnología) y realizando los correspondientes ensayos para la obtención de tal producto por fermentación anaerobia.

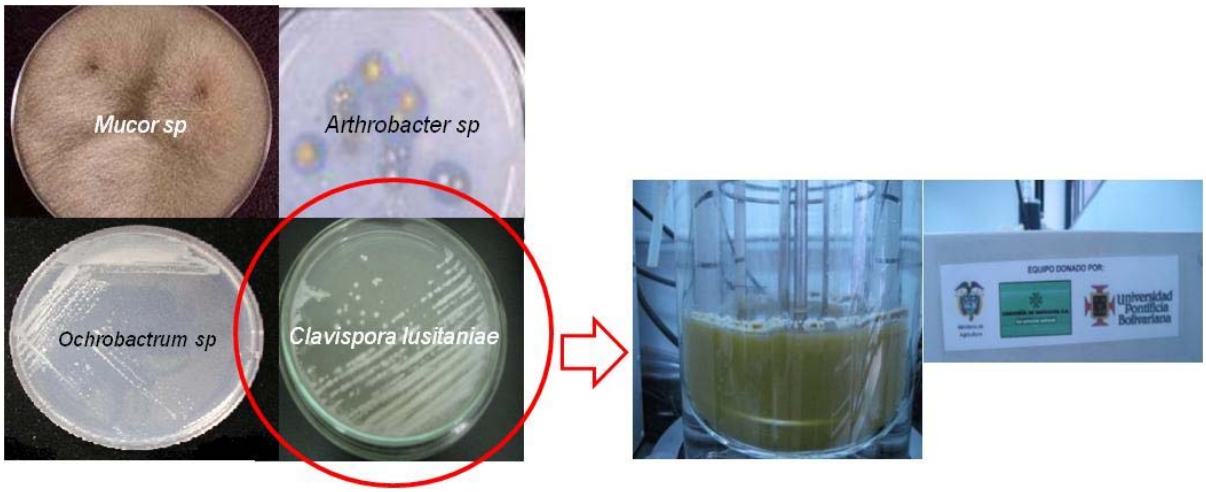

Figura 5. Análisis microbiológico de jugo de Fique y producción de Bioetanol. Proyecto desarrollado en alianza UPB-Compañía de Empaques S.A. – Colciencias (Entidad Gubernamental)

Aplicando la metodología de la Integración a la Vida Profesional versus Formación Investigativa se logró con un grupo de estudiantes e investigadores desarrollar, entre otros, una tecnología que usa el jugo residual de fique para producir materia prima para aplicaciones industriales. La tecnología comprende un nuevo proceso para la transformación físico-mecánica del jugo de fique, de acuerdo a un reciente estudio de vigilancia tecnológica. No se involucran reactivos químicos, se utilizan dispositivos biodegradables y los subproductos generados durante la transformación de fique tienen aplicación agrícola que permite la optimización de costos de los procesos. La propiedad intelectual de la tecnología, fue protegida por patente. Este proceso mostró que la huella de Carbono para el procesamiento de fibra de fique es inferior a 1.12 kg CO_2/kg de fibra procesada, este valor es incrementado por la falta de uso del jugo de fique. Bajo un escenario en el cual la tecnología UPB es implementada, se espera reducir significativamente la huella de Carbono en 8.81%.

Este trabajo generó adicionalmente, una proyección social en la cual los hijos de los agricultores recibieron apoyo para su educación y con ello garantizar la sostenibilidad del programa. Esto generará un crecimiento del empleo directo aproximadamente en un 50%, reduciendo la movilización de los agricultores hacia las grandes ciudades o el cambio hacia cultivos ilícitos (Ver Figura 6).

Figura 6. Creación de Centros de Beneficio Comunitario, a través de los cuales se realiza la comercialización de sus productos y se programan las capacitaciones.

El Ingeniero Químico tiene un compromiso social en lo referente a mejorar la calidad de vida y la implementación de tecnologías limpias y económicas para comunidades de bajos recursos económicos. La Facultad de Ingeniería Química de la UPB tiene un compromiso mayor por su carácter cristiano y es importante concientizar al estudiante de su papel en la construcción de la sociedad.

Igualmente siguiendo la metodología de la IVP versus Formación Investigativa, la Universidad Pontificia Bolivariana obtiene su primera patente de invención, Investigación realizada por un I.Q docente/investigador, un joven investigador (recién I.Q), dos estudiantes (I.Q) y un técnico (RCN, 2013). La Facultad de Ingeniería Química a través de sus 75 años ha tenido un papel fundamental en la sociedad antioqueña, son numerosos los profesionales Bolivarianos que han desempeñado importantes cargos en la industria privada y en el sector público. De igual manera la facultad se ha posicionado como una de las mejores facultades del país y es referencia para otras universidades.

El trabajo que se realiza en la Integración a la Vida Profesional es para el estudiante la oportunidad de aplicar e integrar los conocimientos adquiridos, donde se pretende que los discentes adquieran además de los conocimientos formativos y medulares, competencias metodológicas, que los ayude a desempeñar mejor su labor profesional, dándole herramientas para la presentación de resultados, redacción y presentación de los mismos, informes ejecutivos de trabajo, presentación de anteproyectos, cálculo de presupuestos y demás.

Esta metodología de formación investigativa permite en los estudiantes el desarrollo de capacidades que les conduce hacia una actitud propositiva y facilita asumir retos profesionales. Cuando se aprenden cosas con cierta autonomía y con el apoyo de la orientación del asesor, se facilita la resolución de las dificultades que van surgiendo durante el desempeño profesional, se adquiere una capacidad razonable de interpretación y discernimiento que puede conducir a la solución del problema o en otros casos hacer uso de la habilidad para utilizar las herramientas disponibles como bases de datos, consultas personalizadas con expertos, entre otros. Actualmente, se cuenta con la facilidad de acceso a redes académicas y científicas, que favorece la resolución de inconvenientes presentados en la actividad profesional (Fava de Moraes, 2000).

Debido a lo anterior y para que la Facultad de Ingeniería Química de la UPB continúe su papel protagónico ante la sociedad, se deben establecer medidas para que su presencia tenga mayor injerencia internacional y su proyección social sea de más trascendencia en el medio.

4 Conclusión

La metodología propuesta desde la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana, en su proceso de formación investigativa y engranada con el Sistema de transferencia, logra desarrollar con sus estudiantes proyectos para dar solución a problemas en la industria, cerrando así las brechas entre estas.

Referencias

Aguirre, Julián y Arboleda, Carlos. Modelo de Investigación y Transferencia Universitario para la Innovación y la Transformación. SOCOTE. 2012

Arboleda, Carlos y col. Plan estratégico de transferencia de tecnología. Universidad Pontifica Bolivariana. Medellín. Febrero, 2013.

Betancur, Manuel y col. Integración a la vida profesional – IVP. Escuela de Ingenierías – Universidad Pontificia Bolivariana – Sede Laureles Medellín. Octubre 2011.

Fava de Moraes, Flavio e Fava, Marcelo. A iniciação científica muitas vantagens e poucos riscos. Perspectiva, 14(1). 2000.

Ramírez, Margarita y col. Unidad de Transferencia UPB Medellín. Diciembre, 2012.

RCN Radio. La universidad UPB presentó una patente de invención que permite optimizar procesos industriales. En línea:http://www.rcnradio.com/noticias/la-universidad-upb-presento-una-patente-de-invencion-que-permite-optimizar-procesos#ixzz2QrnOMr9x. Consultado: 2013-04-08

Rendón, Leidy y col. Programas que promueven la innovación desde las asignaturas del pregrado. International symposium on Project approaches in engineering education, PAEE'2011.

Vélez, Yesid y col. Desarrollo de Productos por Síntesis Orgánica a través de una Ruta Integradora de Asignaturas del Pregrado. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education PAEE 2012. Julio 2012. Brasil.