

Análisis del cálculo de la rentabilidad ajustada por riesgo en los proyectos resultados de investigación de la Universidad EAFIT

Juliana Ortiz Marin

jortizm1@eafit.edu.co

Sara Hernández Hernández

shernan7@eafit.edu.co

Resumen

La Universidad EAFIT está enfocada en la docencia e investigación, pero además en la transferencia de tecnología al mercado y a la sociedad. Desde 2011 ha trabajado a través de la Dirección de Innovación¹ en transferir los resultados derivados de los grupos de investigación al mercado. En el cumplimiento de su quehacer institucional, la Dirección de Innovación ha identificado la importancia de evaluar financieramente los resultados de investigación antes de llevarlos al mercado, encontrando dificultades debido a la diversidad de escuelas y grupos de investigación, y los diferentes mecanismos de transferencia que pueden ser viables para una tecnología. El aspecto más relevante en este análisis es el cálculo de la rentabilidad ajustada por riesgo esperada por la Universidad frente a la explotación económica de estos resultados. Es por esto, que este trabajo busca presentar la aplicación de un método que permita realizar el cálculo de la tasa de descuento de los flujos de caja mediante los cuales se realizan las valoraciones de las tecnologías de la Universidad.

Palabras clave

Costo de capital, valoración, tasa de descuento, CAPM, WACC.

Abstract

EAFIT University is focused on teaching and research, but also in technology and knowledge transfer to the market and society, since 2011 has worked hard through Innovation Direction in transferring the results from research groups to the market through various mechanisms for transfer of technology. In fulfilling its institutional work, Innovation Direction has identified the importance of the objectively financial evaluation of the research group results, before taking them to market, encountering difficulties due to the wide variety of schools and research groups at the University, and the different technology transfer strategies that can be viable. The most relevant aspect in this analysis is the calculation of cost of capital or discount rate expected by the University for the economic exploitation of these research results. That is why this paper aims to present the application of a method that allows the calculation of the discount rate cash flows, whereby the valuations of university technologies are made.

Key words

Cost of capital, financial valuation, discount rate, CAPM, WACC.

¹ Hasta abril de 2016, Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo.

1 Introducción

El presente trabajo de grado surge como necesidad puntual de las estudiantes de la Maestría en Administración Financiera (MAF), Juliana Ortiz y Sara Hernández, quienes actualmente trabajan en la Dirección de Innovación, específicamente como Líderes del área de Transferencia de Tecnología y Conocimiento. Después de varios años trabajando en la gestión de la explotación económica de los resultados derivados de los grupos de investigación de la Universidad EAFIT, y al verse enfrentadas a las dificultades en la evaluación financiera de estos resultados, se evidencia la pertinencia de la aplicación de los diversos conceptos estudiados en la especialización y en la maestría, y en el curso de verano “Entrepreneurial Finance”, enfocados en metodologías de evaluación financiera y valoración de empresas. Ahora bien, como el ámbito de aplicación de estas metodologías son las spin off universitarias y tecnologías con potencial de comercialización, se parte de realizar un análisis de los resultados de investigación de la Universidad para conocer sus características y clasificarlos de acuerdo con la estrategia de transferencia más apropiada, y de esta manera hacer una mejor evaluación financiera que optimice el valor de la tecnología en el mercado y se ajuste a los requerimientos de retorno esperados por la Universidad. Las dudas más frecuentes que surgen a la hora de evaluar financieramente estos resultados pueden resumirse a continuación: ¿Cuál es el retorno sobre el capital invertido que espera la Universidad sobre los resultados de investigación? ¿Cuáles son los métodos más utilizados de valoración de tecnologías?

Este trabajo pretende responder a estas preguntas presentando la caracterización de las tipologías de los resultados derivados de los grupos de investigación de acuerdo con la

estrategia de transferencia definida para cada uno y la aplicación de un modelo para determinar la rentabilidad esperada por la Universidad; adicionalmente, y como praxis de lo estudiado, se presentan tres ejercicios de evaluación financiera de tecnologías, aplicando dicho modelo.

Valorar adecuadamente las tecnologías generadas a partir de los resultados de los grupos de investigación es de gran importancia para las universidades (Kulatilaka & Lin, 2006) ya que a partir de los pagos recibidos por la transferencia de dichos resultados se apalancan otros proyectos de investigación de las universidades, dando pie al ciclo del conocimiento. Generalmente, las empresas tienen mayor poder de negociación y conocimiento del mercado potencial de las tecnologías que las universidades, es por esto que se hace tan importante para las universidades fortalecer sus capacidades de valoración y negociación de tecnología, buscando acuerdos gana a gana entre ambas partes.

2 Marco conceptual

Desde el nacimiento de las universidades ha existido un debate sobre la relación entre la universidad y su entorno, de allí nacen los conceptos de universidades de primera, segunda y tercera generación. Las de primera tienen una misión principalmente de docencia donde se replica, genera y difunde el conocimiento. Por su parte, en las de segunda generación se amplía la docencia con un énfasis en actividades de investigación donde además se buscan nuevos conocimientos y se comprueban las teorías existentes. En las universidades de tercera generación o 3GU –por sus siglas en inglés: 3th Generation University–, término acuñado por el experto holandés Hans Wissema (2009), la misión de la universidad tiene además de

docencia e investigación un enfoque importante en actividades de extensión e investigación aplicada que implican fuertes relaciones con el sector público y empresarial para resolver los verdaderos retos y problemas de la sociedad (Duarte y Navarro, 2014). Además, hay necesidades internas de generar recursos adicionales para financiar la costosa actividad de investigación, buscando capitalizar el conocimiento y las capacidades de las universidades. Se espera que generando un vínculo directo entre la industria y la ciencia se promueva el esparcimiento del conocimiento y se contribuya al crecimiento económico (Bonardo, Paleari & Vismara, 2011).

2.1 Universidades de tercera generación y su enfoque en la transferencia tecnológica

A partir de este nuevo enfoque de las universidades de tercera generación se ha evidenciado, en los últimos años, la necesidad de contar con áreas o dependencias que se encarguen de gestionar la relación cada vez más frecuente, importante y compleja de la universidad con la empresa, ya que la transferencia de tecnología y conocimiento constituye el eje central de las 3GU, donde la universidad es un motor de desarrollo económico y social de su entorno, promotor de la innovación y la competitividad del sector productivo. Así nacen las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTRI) especializadas en actividades de valoración, comercialización y transferencia de resultados de investigación y que actúan como intermediarias entre la academia y el sector productivo facilitando el flujo de tecnologías e invenciones (Siegel, Veugelers & Wright, 2007). Estas oficinas también se crean con objetivos de diversificación de ingresos en las universidades que cada vez tienen mayores costos y gastos en recurso humano altamente capacitado, infraestructura de vanguardia,

acceso a información actualizada, equipos y laboratorios de última tecnología, licencias de software, entre otros, que le permitan generar conocimiento y posteriormente aplicarlo y transferirlo (Friedman & Silberman, 2003).

Esto se relaciona con la teoría de recursos y capacidades, donde se afirma que:

en entornos altamente cambiantes los límites tradicionales de los sectores se difuminan, los mercados se entremezclan y solapan, por lo que la determinación de lo que constituye un sector es más difícil y menos evidente. Por ello, la definición de la estrategia debe realizarse en términos de lo que la empresa es capaz de hacer, en lugar de tomar como referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia tiene que ver con el ajuste de los recursos y capacidades de una empresa a las oportunidades que surgen en su entorno (García, Rodríguez, Vallejo y Arregui, 2010).

De acuerdo con esto, podría interpretarse que las universidades están buscando aprovechar sus recursos y capacidades derivados de las actividades principales: enseñanza e investigación, a la luz de las oportunidades que les presenta el mercado a través de los retos industriales que ellos pueden resolver.

Las universidades generan recursos o activos de alto valor, difíciles de imitar y algunas veces sin productos sustitutos. Estos recursos son denominados por Barney (1991) como activos intangibles. Es importante indicar que los activos intangibles no son productivos *per se*, su valor se deriva de su combinación con otros recursos en un contexto específico y a partir de esta combinación se generan las ventajas competitivas en las compañías.

La importancia de los activos o recursos intangibles contrasta con la dificultad que existe para identificarlos y valorarlos. Desde los años noventa ha existido un creciente interés por la valoración de los mismos ya que se requiere conocerlos para realizar su adecuada gestión,

evitando en lo posible la generación de asimetrías en la información e ineficiencias en su administración financiera.

El proceso de transferencia de tecnología conlleva un convenio, acuerdo o contrato y supone una compensación económica o pago por la comercialización de conocimiento o activos de propiedad intelectual. Históricamente, la forma más utilizada para la obtención de información científica y académica era la lectura de *papers* y revistas científicas. Sin embargo, actualmente existen otros resultados derivados de las relaciones universidad-empresa como las patentes, acuerdos de investigación conjuntos, nuevos productos, know-how, metodologías, entre otros (Schmal, Mejía y López, 2006).

Estudios de Skandia, Kaplan y Norton, Sveiby y Brooking han avanzado mucho en la medición y caracterización de los mismos, sin embargo, en métodos de valoración aún no se tiene una única fórmula, ya que se considera que para la mayoría de los intangibles no aplican procesos estándar, sino que dependen de cada uno y su análisis particular, lo cual hace difícil la aplicación de los modelos tradicionalmente utilizados en el campo (García, Rodríguez, Vallejo y Arregui, 2010).

2.2 La transferencia tecnológica en la Universidad EAFIT

La universidad EAFIT, en Colombia, decidió dar un paso hacia una universidad de tercera generación en el año 2006 cuando modificó su misión incluyendo “procesos de investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico” (“Acerca de EAFIT/Institucional”, 2015). Como parte de este proceso de

cambio creó el Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (CICE) (hoy Dirección de Innovación) dentro del cual se encuentra el área de transferencia de tecnología, equivalente a lo que se denominó anteriormente como OTRI, área encargada de transferir los resultados de investigación de los grupos de investigación que tiene la Universidad, partiendo de la consultoría hasta llegar a la creación y consolidación de nuevos negocios de la Universidad o spin off universitarias.

La siguiente ilustración muestra el proceso de transferencia de tecnología y conocimiento en la Universidad EAFIT, cuyo insumo son los resultados de los proyectos de los 43 grupos de investigación que tiene la universidad (“Investigación”, 2015). Posteriormente, en la etapa de maduración, el área de transferencia de tecnología identifica dichos resultados y formula un plan de trabajo y acompañamiento en cuatro líneas: estructuración de negocio, alistamiento tecnológico, gestión de la propiedad intelectual y gestión de recursos (A. García, comunicación personal, 12 de marzo de 2015). En la fase de explotación, el área de transferencia de tecnología se encarga de la consecución y negociación de clientes y acuerdos comerciales requeridos de acuerdo al mecanismo de transferencia elegido para cada resultado.

Ilustración 1. Modelo de transferencia Universidad EAFIT



Fuente: “Investigación” (2015).

Los mecanismos de transferencia más utilizados son: licenciamiento, venta de patentes, conformación de spin off y acuerdos de I+D (Berbegal y Solé, 2011). Dichos mecanismos de transferencia de tecnología implican un pago o recompensa económica por la explotación comercial de un activo intelectual de propiedad de la universidad; debido a esto, el área de transferencia de la universidad debe realizar evaluaciones financieras para determinar el pago requerido en cada resultado. Actualmente, el área de transferencia tiene identificados alrededor de 50 resultados de investigación (A. García, comunicación personal, 12 de marzo de 2015) tan diversos como las seis escuelas académicas que tiene la universidad: Derecho, Economía y Finanzas, Administración, Ingenierías, Humanidades y Ciencias (“Dependencias”, 2015).

2.3 Métodos de valoración de activos de propiedad intelectual

Los métodos más reconocidos para la valoración de activos de Propiedad Intelectual (Razgaitis, 2007) son los siguientes:

- a) Estándares de la industria: consiste en mirar los rangos de regalías publicados (y otras formas de pago) de licencias de tecnología dentro de una categoría de la industria y utilizar esa información para guiar la valoración de una tecnología específica.
- b) Método de Ranking: mira varios acuerdos de licencia de tecnologías similares, comparando y clasificando una tecnología en cuestión en contra de los acuerdos de licencia teniendo en cuenta la etapa de desarrollo, el ámbito de protección de la Propiedad Intelectual (PI), el tamaño del mercado, los márgenes de beneficio y otros factores.
- c) La regla del 25%: prorratear los beneficios esperados de la utilización comercial de la tecnología entre el vendedor y el comprador.
- d) Método de flujo de caja descontado a una tasa de riesgo: pretende proyectar los rendimientos esperados, pero ajustado contabilizando ganancias y pérdidas de acuerdo al plan de inversiones, además del riesgo asumido por las partes.
- e) Método de herramientas avanzadas: aplica métodos estadísticos, tales como simulaciones de Monte Carlo, a los modelos de flujo de caja descontados a fin de probar la influencia de diversos supuestos de valor y las condiciones de la licencia sobre los posibles resultados de un acuerdo.

- f) Método de subastas: permite a los interesados presentar ofertas sobre una tecnología, la tecnología se valora con base en el valor ofertado más alto.

La Universidad utiliza el método de flujo de caja descontado como base para sus evaluaciones financieras, sin embargo, también contrasta los resultados con otros métodos como la regla del 25% y estándares de la industria. Se utiliza el método de flujo de caja porque permite reflejar la realidad del negocio proyectando desde etapas incipientes con modelos pequeños y prácticos, los cuales generan mayor confianza en una negociación y son adaptables a los cambios que surgen durante una negociación con posibles licenciatarios, clientes o aliados. Adicionalmente, permite dimensionar el tamaño del mercado y del negocio que se puede generar a partir de la tecnología a comercializar, lo que los demás métodos no permiten.

2.4 Riesgo

El proceso de transferencia de tecnología en las universidades ocurre en un ambiente con alto riesgo y alta incertidumbre, lo cual genera que los compradores y vendedores sean bastante cautelosos y escépticos, ya que el riesgo y la incertidumbre afectan directamente la confianza y el optimismo.

Como lo explica Razgaitis (2009), la incertidumbre está dada en esta actividad, ya que, en la mayoría de los casos, proyectar o pronosticar el comportamiento de una tecnología en el mercado no es fácil por falta de información histórica disponible, algunas veces porque el mercado específico no existe aún. Adicionalmente, las tecnologías generalmente se encuentran en etapa precomercial y los procesos de I+D (Investigación y Desarrollo) y apertura de mercados pueden extenderse incluso hasta antes de que ocurran las primeras

ventas. En el momento de proyectar el negocio derivado de la tecnología es probable que los activos de Propiedad Intelectual aún no se hayan protegido, puede haber aspectos por resolver respecto al desempeño y escalabilidad de la misma, el mercado por definir y los beneficios para los clientes por demostrar, generando un ambiente de alta incertidumbre.

La incertidumbre conlleva también a la ambigüedad, por lo cual se deben definir zonas de probabilidad. El valor estimado del proyecto o tecnología sería el número que podría pensarse como el que mejor refleja el verdadero valor que puede tener la variable que se está estimando dentro de esa zona de probabilidad.

El efecto del dinero en el tiempo también afecta los cálculos financieros en el proceso de transferencia de tecnología, ya que lo que se intenta valorar ocurrirá principalmente en el futuro, considerando que si antes se tenía incertidumbre en el futuro será mayor.

El riesgo se utiliza para caracterizar las posibles consecuencias de adversidad que no pueden ser pronosticadas. Habitualmente las empresas, una vez establecidas, adquieren una capacidad natural de adaptarse y sobrevivir en el mercado, sin embargo, las tecnologías suelen ser más riesgosas. El principal reto es el mercado y la propiedad intelectual.

Según Razgaitis (2009) en la actividad de transferencia de tecnología se pueden identificar riesgos en por lo menos las siguientes categorías:

- Tecnología: dependiendo de la etapa de desarrollo de la tecnología puede haber riesgos asociados con actividades de I+D, puesta a punto del producto, escalamiento y procesos de manufactura.

- Mercado: pronosticar el comportamiento de la tecnología en el mercado es una tarea difícil, ya que son muchas variables a considerar, por ejemplo, la necesidad del cliente, la aceptación del mercado, el tiempo de adopción, la voluntad de pago, entre otras.
- Aspectos relacionados con la propiedad intelectual: es posible que, al momento de realizar las proyecciones financieras, aún no se tengan protegida la Propiedad Intelectual, lo cual conlleva riesgos como el alcance final de las reivindicaciones de la patente, la concesión o no de la misma, derechos de terceros que puedan ser infringidos, errores en la custodia de un secreto empresarial, costos ocultos de protección, entre otros.
- Gobierno y sociedad: políticas gubernamentales o valores sociales pueden hacer imposible la llegada al mercado del producto o tecnología, y deben ser considerados en el análisis financiero.

2.5 Costo de capital

El costo de capital es la tasa de retorno esperada por las diversas fuentes de financiación sobre una inversión particular. En términos económicos, es un “costo de oportunidad”, es decir, el costo de renunciar a la siguiente mejor alternativa de inversión. Generalmente se expresa en términos porcentuales, es decir, la cantidad anual de dinero que el inversor espera obtener expresado como un porcentaje de total invertido.

El costo de capital representa las expectativas de los inversionistas y existen dos elementos que componen dichas expectativas, según Pratt y Grabowski (2010):

a) La tasa libre de riesgo, que incluye:

- La tasa real de retorno: la cantidad (excluyendo inflación) que los inversores esperan obtener a cambio de permitir que otra persona use su dinero en una base libre de riesgo.
- La inflación: la depreciación esperada del poder de compra, mientras que el dinero está en uso.

b) Riesgo: la incertidumbre acerca de cuándo y cómo se recibirán los flujos de caja u otro ingreso económico.

La tasa de descuento que se usa para evaluar los flujos de efectivo es el costo de oportunidad del capital para el inversionista, que es el mejor rendimiento esperado disponible que se ofrece en el mercado sobre una inversión de riesgo y plazo comparables con el flujo de efectivo que se descuenta.

WACC, que se traduce como CPPC: Costo Promedio Ponderado de Capital, se interpreta como el costo medio del capital de una compañía y refleja el riesgo promedio que corren los inversionistas de la empresa. Su cálculo requiere de un modelo de cálculo del costo de patrimonio, como el famoso modelo de valoración de activos financieros (en inglés CAPM - Capital Asset Pricing Model) y datos históricos. Para las universidades o entidades sin ánimo de lucro el cálculo del WACC no es tan sencillo, pero debe realizarse para tener alguna medida similar a las corporaciones comerciales y manejar adecuadamente su capital (Berk & DeMarzo, 2014).

2.6 Limitaciones para el cálculo del costo de capital en economías emergentes

La mayoría de los modelos para el cálculo del costo de capital parten de la base de una eficiencia de mercados, que especialmente en Latinoamérica es difícil de garantizar por las siguientes razones:

- **Información limitada:** en mercados en etapa de transición los requisitos de divulgación de información son menos exigentes, por ende, la información contable y de mercado disponible es poco fiable, escasa, volátil, no detallada, heterogénea y las comparaciones se vuelven difíciles.
- **Incertidumbre:** la inflación, el riesgo cambiario, la posibilidad de expropiación, los gobiernos inestables, las leyes cambiantes, los bancos centrales débiles que permiten manipulaciones monetarias, las restricciones a la entrada o salida de capitales, la corrupción tanto en el sector público y privado son factores que juegan en contra de la confiabilidad de los datos y, por ende, del mercado.
- **Series de datos muy cortas:** en mercados emergentes como Latinoamérica sólo pueden considerarse los datos recopilados después de la apertura económica, de otro modo podrían ser manipulados por la inflación o políticas proteccionistas. Como resultado, las series estadísticas de precio, rendimientos, entre otros parámetros, tienden a ser cortas, afectando su significación estadística.
- **Escasa actividad de los mercados:** los mercados de acciones son relativamente pequeños, por ejemplo, Brasil que es el más grande tiene sólo el 15% del tamaño del mercado francés. De todas las empresas sólo una pequeña porción cotiza en el

mercado de su país, por lo cual la liquidez es menor y el volumen de mercado y capitalización es más pequeño afectando la eficiencia económica.

- Falta de transparencia: los mercados en Latinoamérica están altamente concentrados y las actividades se centran en unas pocas acciones, por lo cual la manipulación de precios por parte de inversionistas es más probable, y la diversificación se dificulta volviendo menos eficiente el mercado.
- Pocas empresas comparables: la mayoría de los métodos de valoración usan los datos de empresas comparables que coticen en bolsa como referencia del mercado. Al haber pocas empresas en estos mercados los comparables son pocos y a veces no existen empresas en algunos sectores, lo cual dificulta los procesos de valoración (Pereiro, 2001 y Pascale, 2006).

2.7 Modelos más usados para calcular el costo de patrimonio

- Modelo de valoración de activos de capital (CAPM - Capital Asset Pricing Model): este modelo fue desarrollado por William Sharpe (1964) y describe la relación implícita que existe entre el riesgo y el rendimiento esperado partiendo de la base de eficiencia de mercados; en este modelo se supone que el rendimiento esperado es equivalente al riesgo sistémico, es decir, el riesgo que no se puede mitigar por medio de la diversificación. Este modelo, como cualquier otro, trata de reflejar de la mejor manera la realidad, partiendo de algunos supuestos:
 - Los individuos son reacios al riesgo y buscan maximizar su utilidad en los próximos períodos

- Los individuos no pueden afectar los precios y tienen expectativas homogéneas
- El retorno de los activos se distribuye de manera normal
- En el mercado existe un activo libre de riesgo
- El mercado de valores es perfecto o eficiente
- La información es gratis y está disponible para todos
- La oferta de activos es fija

Este modelo tiene defensores y detractores; entre sus principales ventajas se destaca su simplicidad de conceptos, los fundamentos sólidos en las teorías económicas y financieras y que es una representación aceptable de la realidad de las situaciones financieras (Van Horne y Wachowicz, 2002 y Ketelhöhn, Marin y Montiel, 2004).

- CAPM adaptado: varios autores han creado modelos basados en el CAPM con modificaciones de todo tipo: incluyendo más factores, adicionando una prima de riesgo adicional, analizando el riesgo país, entre otros. En todos ellos se cumplen los supuestos básicos del CAPM y se busca de diferentes maneras complementarlo, principalmente en los mercados emergentes donde el mercado está segmentado, es incipiente y no es perfecto.
- Teoría de precios de arbitraje (APT): modelo multifactorial introducido por Stephen Ross en 1976 como alternativa al CAPM que busca relacionar el rendimiento esperado de un activo con un número desconocido de factores no identificados. El APT asume que los mercados son competitivos y no tienen fricción, es decir, que no existen barreras de entrada y que no hay oportunidades de arbitraje. Este modelo también parte del concepto

de riesgo sistémico, sin embargo, busca descomponer este riesgo a través del análisis de factores que afectan los rendimientos, es decir, se debe medir la prima de riesgo como la sensibilidad de cada uno de los factores. Algunos expertos consideran que el CAPM puede ser un modelo de APT considerando un solo factor: el portafolio de mercado. Las debilidades identificadas para este modelo incluyen que no indica qué factores deben tenerse en cuenta, que los mismos tienden a cambiar con el tiempo y que al considerar varios factores se requiere mayor volumen de información. Las fortalezas, por su parte, son una descripción razonable de riesgo y rentabilidad y no se tiene que medir de forma adecuada el portafolio de mercado (Saldaña, Palomo y Blanco, 2007).

La teoría de arbitraje supone que existen factores externos e internos que afectan los rendimientos. Los primeros corresponden a efectos macroeconómicos y no se pueden eliminar mediante la diversificación, los otros son aquellos específicos de cada empresa y pueden ser eliminados a través de la diversificación (Valderrama, Díez y Gaitán, 2011).

De acuerdo con lo anterior, la prima de riesgo se ve afectada por los factores macroeconómicos.

2.8 Modelo seleccionado para calcular el costo de capital

El WACC (Weighted Average Cost of Capital) por sus siglas en inglés, definido como el costo promedio ponderado del costo de capital (deuda financiera y patrimonio de la empresa), fue el modelo seleccionado para el cálculo del costo de capital de las tecnologías a evaluar y la descripción paso a paso se basó en la tesis de Gallardo (2011). La proporción entre

patrimonio y deuda que utiliza la empresa o proyecto se conoce como estructura de capital o financiera y se utiliza para ponderar, como se observa en la siguiente fórmula:

$$WACC = KD (1-T) * \% D + KP * \% P$$

donde:

- KD: costo promedio de la deuda
- (1-T): beneficio tributario, donde T representa la tasa de impuestos
- %D: razón de endeudamiento
- KP: costo promedio del patrimonio
- %P: razón de patrimonio

Para el caso concreto de este análisis de costo de capital se agregó una fuente de financiación adicional que no tiene intereses, ya que proviene de grants o convocatorias del Estado (G), diseñadas para financiar las actividades de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) de los grupos de investigación. La fórmula se ajustó así:

$$WACC = KD (1-T) * \% D + KP * \% P + KG * \% G$$

Los factores que analiza este modelo son:

- Costo de la deuda: se refiere a la tasa de interés de la deuda financiera de corto y largo plazo de una compañía. Para este análisis particular, aunque la Universidad no asumió deuda financiera para el desarrollo de las tecnologías, se calculó el costo de la deuda de esta como *sponsor* de la tecnología.

El modelo requiere cifras de mercado como los spreads en dólares de acuerdo al ratio de cobertura de intereses que tenga la compañía y la tasa libre de riesgo del mercado norteamericano, con lo cual se puede calcular el costo de la deuda en dólares para este tipo de compañía. Como el análisis se está realizando para un proyecto en el mercado colombiano este costo de la deuda se debe convertir a la moneda local, con lo cual es necesario ajustar la tasa con el indicador de riesgo país de Colombia y el diferencial entre las inflaciones esperadas a cinco años del mercado norteamericano y del mercado colombiano. Para determinar la cobertura de intereses se requiere información financiera de la compañía como la utilidad antes de intereses e impuestos y los intereses pagados durante el periodo analizado. Finalmente, para la aplicación de la fórmula del WACC se determina el costo de la deuda en pesos colombianos pero después de impuestos, es decir, menos los ahorros fiscales que se deducen por el pago de intereses.

- Costo de patrimonio: recoge el riesgo de invertir en el capital de una empresa o proyecto particular, en un sector y en un país específico. Para este análisis este concepto equivale al costo de los recursos invertidos por la Universidad en el desarrollo de las tecnologías. Para calcular este factor se eligió el modelo CAPM (Capital Assets Pricing Model) luego de analizar los modelos más utilizados en el mundo, ya que, si bien no es perfecto, es improbable encontrar un modelo que lo sea, especialmente en mercados emergentes, con las limitaciones explicadas anteriormente. Utilizar otros modelos puede suponer un mayor desgaste en tiempo e información que en estados incipientes como los de las tecnologías de la Universidad no se considera necesario; de acuerdo a la literatura de

finanzas corporativas es más importante evitar errores en la estimación de los flujos de caja del proyecto. Adicionalmente, de acuerdo al estudio realizado por Kolouchová y Novák (2010) es el modelo más usado en el mundo.

El modelo CAPM considera las siguientes variables:

donde:

$$KP: RF + \beta L * (RM - RF)$$

RF: % de rentabilidad libre de riesgo

RM: rentabilidad del mercado

(RM-RF): prima de riesgo histórica del mercado

βL (Beta apalancada): medida de riesgo de la empresa o proyecto en la industria específica con relación al riesgo de un portafolio representativo del mercado completo

En países emergentes como Colombia, los indicadores de RF y RM no son fáciles de determinar por la falta de información debido a lo pequeño y nuevo que es el mercado de valores; debido a esto se utilizó una variación del CAPM aceptada universalmente que consiste en obtener el KP usando la RF y RM del mercado estadounidense y sumando el riesgo del país de Colombia. Como el resultado se obtendría en dólares se convierte a pesos colombianos con el diferencial entre las inflaciones esperadas a cinco años del mercado norteamericano y del mercado colombiano.

La prima de riesgo histórica del mercado (RF-RM) se entiende, conceptualmente, como la diferencia entre la rentabilidad adicional que se espera por una inversión sobre una inversión libre de riesgo; en este caso se calcula como la diferencia de los promedios geométricos de

los rendimientos históricos de mercado y los rendimientos históricos de los bonos del tesoro de Estados Unidos a diez años.

Adicionalmente, se complementó el modelo con la aplicación de una prima de riesgo adicional específica para la tecnología calculada a partir de la evaluación de varios factores que se tienen en cuenta a nivel mundial para la comercialización y valoración de tecnologías desarrolladas por universidades.

- Beta apalancada: la beta relaciona la volatilidad de una acción con la volatilidad del mercado, por lo cual su aplicación se limita a las empresas que cotizan en bolsa. Sin embargo, si se supone que no existen grandes variaciones en la gestión de las empresas de un mismo sector, y que los sectores se comportan de la misma forma en el mercado independientemente del país, es factible extrapolar betas entre países, ajustándola con el factor de riesgo país. Para este caso particular se tomaron las betas desapalancadas de la industria para países emergentes calculadas por el profesor Damodaran para el sector de Health Care Products y Drugs (Biotechnology) (2016) y posteriormente se apalancaron de acuerdo a la estructura de deuda calculada para cada tecnología.

- Estructura de capital: corresponde a la estructura de las diferentes fuentes de financiación de la empresa o proyecto. Se expresa de la siguiente manera:

$$\%D: D/(P+D) \text{ y } \%P = P/(P+D)$$

donde:

D: es el monto total de la deuda financiera a corto y largo plazo

P: es el valor de mercado del patrimonio

En general, el patrimonio se estima como el valor en libros para las empresas que no cotizan en bolsa. Para este caso en particular el patrimonio se estimó como la inversión realizada por la Universidad en el desarrollo de las tecnologías.

Adicionalmente, es importante aclarar que para este caso se tomó la estructura financiera de cada proyecto/tecnología.

Como se mencionó anteriormente, al agregarse una nueva fuente de financiación a este análisis (grants o convocatorias) la estructura de capital se calculó de la siguiente forma:

$$\%D: D / (P+D+G), \%P = P / (P+D+G) \text{ y } \%G = G / (P+D+G)$$

donde:

D: es el monto de la deuda del proyecto

P: es el valor de la inversión realizada por la Universidad para el proyecto

G: es el valor de los recursos obtenidos por convocatorias o grants para el proyecto

3 Método de solución

3.1 Metodología general

La primera actividad para el desarrollo de este trabajo de grado fue la identificación del inventario de resultados de los grupos de investigación al 29 de febrero de 2016. Esta identificación partió de la base de datos que tienen los líderes de transferencia de tecnología

de la Universidad EAFIT con los resultados reportados por los investigadores. En el Anexo 1 se presenta el inventario de los 55 resultados identificados.

Posterior a la identificación de los resultados de investigación se procedió a entrevistar a cada uno de los líderes de transferencia que tienen asignados los resultados de investigación; esto se realizó con el objetivo de identificar la estrategia de comercialización/transferencia definida para cada resultado/tecnología. La información se consolidó en una tabla donde se clasificaron los 55 resultados por tipo de estrategia de transferencia; dicha tabla también incluye la explicación de cada estrategia de transferencia. En el Anexo 2 se muestran los resultados de la clasificación.

Después de la clasificación de los resultados se analizaron en profundidad los resultados de investigación o tecnologías que quedaron clasificados en la estrategia de licenciamiento con el objetivo de seleccionar las tres tecnologías a la cuales se les aplicaría el análisis de costo de capital.

Para la selección de las tecnologías se tuvieron en cuenta criterios como: estado de desarrollo, información disponible para la cuantificación de la propuesta de valor y el mercado potencial, y la estrategia de protección de la Propiedad Intelectual² asociada al desarrollo tecnológico. Los resultados de investigación o tecnologías que cumplen con estos criterios para realizar la aplicación del modelo son el videolaringoscopio, el biopesticida y el bioestimulante, por esto fueron seleccionadas para la aplicación del modelo de costo de capital y la evaluación financiera. En el Anexo 3 se presenta la descripción de cada una de las tecnologías

² Las estrategias de protección de la Propiedad Intelectual más usadas son las patentes, diseños industriales, derechos de autor, registros de software y secretos empresariales.

seleccionadas. Primero se aplicó el modelo de cálculo de costo de capital para el videolaringoscopio y dicho modelo se replicó para las otras dos tecnologías.

Finalmente, se realizaron tres ejercicios de evaluación financiera a través del modelo de flujos de caja descontados, aplicando el retorno de capital calculado para el licenciamiento y la venta de tecnologías.

3.2 Aplicación del modelo de costo de capital seleccionado para la tecnología videolaringoscopio

3.2.1. Cálculo de la estructura de capital

Para el cálculo de la tasa de descuento bajo el modelo WACC es necesario conocer el peso de cada una de las fuentes de financiación de la tecnología o proyecto a evaluar y el costo de cada una de esas fuentes de financiación (K). Las fuentes de financiación son la deuda financiera (D), el patrimonio (P) y los grants o convocatorias (G). El costo de la deuda - KD se debe trabajar después de impuestos por lo cual se multiplica por (1-t), donde t es la tasa impositiva de Colombia. El costo de los grants o convocatorias - KG es cero, ya que son recursos obtenidos a través de entidades que promueven la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y que asignan estos recursos sin contraprestación económica.

$$WACC: KD (1-t) * \% D + KP * \% P + KG * \% G$$

Lo primero que se analizó para empezar la aplicación del modelo fue la estructura de las fuentes de financiación de la tecnología, con el objetivo de determinar el costo de cada una y el posterior cálculo de la beta apalancada. Para el análisis del costo de la deuda se consideró la información financiera de la Universidad, que como *sponsor* del proyecto sería la entidad

a través de la cual se podría acceder a la deuda financiera. A pesar de que hay otras dos instituciones que son cotitulares de esta tecnología, la evaluación financiera de la tecnología se hizo enfocada en los flujos de caja y valor de la tecnología para la Universidad EAFIT debido a que la necesidad puntual sobre el costo de capital y el retorno esperado para la comercialización es sobre la inversión realizada por la Universidad en cada tecnología o resultado de investigación.

Se tomaron como fuente de información los contratos y presupuestos que la Universidad ha firmado para el desarrollo de esta tecnología hasta el 30 de abril de 2016, extrayendo los aportes de los socios (patrimonio) y los recursos obtenidos a través de grants o convocatorias. La Universidad no adquirió deuda financiera para financiar el desarrollo de esta tecnología.

Tabla 1. Estructura de capital de la tecnología

Deuda financiera CP	\$	-
Deuda financiera LP	\$	-
Total Deuda (D)	\$	-
Patrimonio - aportes de los socios (P)	\$	148.973.017
Grants - convocatorias (G)	\$	109.833.333
Total inversión (D+P+G)	\$	258.806.350
D/P		0%
G/P		74%
D/(D+P+G)		0%
P/(D+P+G)		58%
G/(D+P+G)		42%

Fuente: elaborada por las autoras.

3.2.2. Cálculo de la tasa libre de riesgo y la prima de riesgo histórica del mercado

Para hallar el costo del patrimonio se partió de la búsqueda de información de la tasa libre de riesgo del mercado norteamericano, es decir, de los rendimientos de los bonos del Tesoro de Estados Unidos a diez años. Se tomaron datos con frecuencia diaria para los últimos noventa

días anteriores al análisis y se calcula el promedio geométrico para hallar la tasa libre de riesgo – RF.

Tabla 2. Cálculo de la tasa libre de riesgo - RF

Date	T-Bond Rate (RF)
Apr 29, 2016	1,82%
Apr 28, 2016	1,84%
Apr 27, 2016	1,86%
Apr 26, 2016	1,93%
Apr 25, 2016	1,90%
Apr 22, 2016	1,89%
Apr 21, 2016	1,87%
Apr 20, 2016	1,85%
Apr 19, 2016	1,78%
Apr 18, 2016	1,77%

RF promedio: 1,82%

Fuente: elaborada por las autoras con base en “The Markets” (2016).

Se calculó la prima de mercado histórica (RM - RF) hallando la diferencia entre los promedios geométricos de los rendimientos del índice S&P500 - RM y los rendimientos de la tasa libre de riesgo - RF. Los datos para estos índices se tomaron con frecuencia anual desde 1927 hasta el último año antes del análisis del modelo.

También se obtuvieron los datos del *dividend yield* del índice S&P500 con frecuencia anual, esto con el objetivo de hallar el valor del dividendo anual (este cálculo se hizo multiplicando el valor anual del índice por el *dividend yield* del mismo año).

Posteriormente, se hallaron los rendimientos anuales para cada uno de los índices, y luego se encontró el rendimiento anual compuesto base 100.

Sobre estos últimos valores se estimó el promedio geométrico de los datos desde 1928 hasta el último año del cual se obtuvieron datos completos.

Tabla 3. Cálculo de la prima de riesgo histórica del mercado RM - RF

CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO HISTORICA DEL MERCADO												
Tomado del modelo de Aswath Damodaran " Customized Geometric risk premium estimator", actualizado el 5 de enero de 2016												
Year	S&P 500	Dividends	Dividend Yield	T - Bond rate	Rendimientos anuales		Rendimientos compuestos base 100		Promedio geométrico		Prima de riesgo	
					Return on S&P 500	Return on T- bond	S&P 500	T - Bond	S&P500 - RM	T.Bonds - RF	RM - RF	
1927	17,66	0,62	3,50%	3,17%					1928-2015	9,50%	4,96%	4,54%
1928	24,35	1,05	4,30%	3,45%	43,81%	0,84%	\$ 143,81	\$ 100,84				
1929	21,45	0,88	4,10%	3,36%	-8,30%	4,20%	\$ 131,88	\$ 105,07				
1930	15,34	0,72	4,70%	3,22%	-25,12%	4,54%	\$ 98,75	\$ 109,85				
1931	8,12	0,50	6,10%	3,93%	-43,84%	-2,56%	\$ 55,46	\$ 107,03				
1932	6,92	0,50	7,20%	3,35%	-8,64%	8,79%	\$ 50,66	\$ 116,44				
1933	9,97	0,41	4,10%	3,53%	49,98%	1,86%	\$ 75,99	\$ 118,60				
1934	9,5	0,35	3,70%	3,01%	-1,19%	7,96%	\$ 75,09	\$ 128,05				
1935	13,43	0,51	3,80%	2,84%	46,74%	4,47%	\$ 110,18	\$ 133,78				
1936	17,18	0,54	3,14%	2,59%	31,94%	5,02%	\$ 145,38	\$ 140,49				
1937	10,55	0,56	5,30%	2,73%	-35,34%	1,38%	\$ 94,00	\$ 142,43				
1938	13,14	0,50	3,80%	2,56%	29,28%	4,21%	\$ 121,53	\$ 148,43				
1939	12,46	0,54	4,30%	2,35%	-1,10%	4,41%	\$ 120,20	\$ 154,98				

Fuente: elaborada por las autoras con base en “Annual Returns on Stock, T. Bonds and T. Bills: 1928 – Current” (2016).

3.2.3. Cálculo del costo de la deuda y de la beta de la deuda

El siguiente paso fue hallar el costo de la deuda - KD para lo cual fue necesario tomar de los estados financieros de la Universidad la utilidad antes de intereses e impuestos - UAII y los intereses pagados en el periodo analizado. Dividiendo la UAII entre los intereses pagados se calcula la cobertura de intereses. Se tomó esta información de la Universidad porque ante la necesidad de apalancamiento financiero para la tecnología el respaldo lo prestaría la Universidad.

Tabla 4. Cálculo de la cobertura de intereses de la Universidad

RF	1,82%
UAII	\$ 8.187.930,00
Intereses	\$ 1.746.598,00
Cobertura de intereses	4,69

Fuente: Estados financieros de la Universidad EAFIT en miles de COP al 31 de diciembre de 2015.

También se requirió información de los spreads de la deuda en dólares por tipo de compañía y se seleccionó el que aplica para el caso de acuerdo con la cobertura de intereses calculada.

Con este dato y la RF calculada anteriormente se puede calcular el costo de la deuda en dólares – K'D.

$$K'D = RF * Spread$$

Tabla 2. Cálculo del costo de la deuda en dólares

Spread	1,75%
K'D	3,57%

Fuente: elaborada por las autoras con base en “Damodaran en línea” (2016).

Para calcular el costo de la deuda en pesos se buscó y seleccionó el indicador de riesgo país calculando el promedio de los datos encontrados hasta la fecha más actual y desde el momento en que el país obtuvo el grado de inversión de las tres principales calificadoras.

Tabla 6. Cálculo del indicador de riesgo país Colombia

CALCULO DEL INDICADOR DE RIESGO PAIS PARA COLOMBIA										
Riesgo país Colombia		2,27%								
CUADRO 37 INDICADORES DE RIESGO PARA PAÍSES EMERGENTES; Índice de Bonos de Mercados Emergentes (EMBIG) 1/										
DIFERENCIAL DE RENDIMIENTOS CONTRA BONOS DEL TESORO DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (EUA) 2/ (En puntos básicos) 3/										
RISK INDICATORS FOR EMERGING COUNTRIES: Emerging Market Bond Index (EMBIG) 1/ Stripped Spread 2/ (In basis points) 3/										
Fecha	Diferencial de rendimientos del índice de bonos de mercados emergentes (EMBIG) / Emerging Market Bond Index (EMBIG) Stripped Spread								LATIN EMBIG Países Latinoamericanos / Latin	EMBIG Países Emergentes / Emerging Countries
	Perú	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Venezuela		
2014	162	787	235	143	167	510	183	1336	407	330
Ene.	177	932	256	155	183	571	197	1236	425	347
Feb.	183	971	258	159	189	610	196	1387	456	368
Mar.	167	880	239	149	177	549	188	1200	408	341
Abr.	154	788	225	138	162	455	178	1043	372	316
May.	149	798	214	136	154	354	172	1040	365	304

Fuente: elaborada por las autoras con base en “Cuadros estadísticos” (2016).

También se consultaron las proyecciones de la inflación de Colombia y Estados Unidos para los cinco años siguientes. De esta manera se pudo calcular la inflación esperada promedio a cinco años para los dos países y el diferencial de inflaciones.

Tabla 7. Proyecciones de inflación Colombia y Estados Unidos

PROYECCIONES	2016	2017	2018	2019	2020
Inflación COL	4,40%	3,01%	3,01%	3,00%	3,00%
Inflación USA	1,6%	2,3%	2,4%	1,5%	1,8%

Fuente: *Grupo Bancolombia* (2016) y “US Inflation Forecast 2015-2020 and up to 2060, Data and Chars” (2016).

Tabla 8. Inflación esperada y diferencial de inflaciones

E(Inflación COL)	3,28%
E(Inflación USA)	1,92%
Diferencial de inflaciones	1,34%

Fuente: elaborada por las autoras.

Con la información anterior, se procedió a calcular el costo de la deuda en pesos - KD:

$$KD = (K'D + \text{Riesgo País} + 1) * (1 + \text{Diferencial de inflaciones}) - 1$$

KD	7,26%
----	-------

El siguiente paso fue hallar la Beta de la Deuda - β_D . Una Beta indica el coeficiente de

volatilidad de un activo frente a la variabilidad del mercado. $\beta_D = \frac{K'D - RF}{(RM - RF)}$

Tabla 9. Cálculo de la beta de la deuda

RF	1,82%
RM - RF	4,54%
K'D	3,57%
β_D	0,39

Fuente: elaborada por las autoras.

3.2.4. Cálculo de la beta apalancada

Se procedió con el cálculo de la beta apalancada - β_L . Para este análisis se obtuvo información de la beta desapalancada de la industria a la cual pertenece la tecnología que está siendo evaluada, es decir la Beta de la Industria de “health care products” proporcionada por el profesor Damodaran (2016) para países emergentes; se tomó el ratio D/P calculado anteriormente y la tasa impositiva de Colombia. Con estos datos se procedió a hallar la beta apalancada.

$$\beta_L = \beta_{industria} + \left(\frac{D}{P}\right) * (1 - t) * (\beta_{industria} - \beta_D)$$

Tabla 10. Cálculo de la beta apalancada

β industria	1,15
D/P	0,00%
t	33%
β_L	1,15

Fuente: elaborada por las autoras.

3.2.5. Evaluación del riesgo tecnológico

Antes de proceder con el cálculo del costo del patrimonio bajo el modelo CAPM, se construyó una matriz para evaluar el riesgo asociado en particular a la tecnología que estaba siendo evaluada. Se consideraron factores de riesgo como estado de la tecnología, protección de la Propiedad Intelectual asociada a la tecnología, potencial de mercado, aplicaciones y grado de innovación; dependencia de empleados clave dentro de la Universidad o de los socios para el desarrollo, posibilidad de economías de escala y el interés de brokers o licenciarios potenciales en dicha tecnología, entre otros. A cada factor considerado se le

c) $KP(COL, COL) = (KP(COL, USD) + 1) * (1 + \text{Diferencial de inflaciones}) - 1$, este costo de patrimonio representa la rentabilidad que debería esperar la Universidad con ese nivel de riesgo en Colombia y con la tasa en pesos colombianos.

d) Se ajustó el costo del patrimonio - $KP(COL, COL)$ calculado en el paso anterior mediante el modelo CAPM, adicionando la prima de riesgo de la tecnología calculada anteriormente.

Tabla 3. Cálculo del costo de patrimonio

RF	1,82%
RM - RF	4,54%
β_L	1,150048947
KP (US,USD)	7,05%
Riesgo pais	2,27%
KP (COL,USD)	9,32%
KP (COL,COL)	10,78%
KP ajustado riesgo tecnología	27,78%

Fuente: elaborada por las autoras.

3.2.7. Cálculo del WACC

Finalmente se calcula el costo del capital - WACC usando el peso de la deuda %D, el peso del patrimonio %P y el peso de los grants %G, el costo de la deuda K_D y el costo del patrimonio K_P hallados como se describió anteriormente.

Tabla 4. Cálculo del WACC

	Peso - %	Costo - K	Ponderación
Deuda	0,00%	4,86%	0,000%
Patrimonio	57,56%	27,78%	15,99%
Grants	42,44%	0,00%	0,00%
		WACC =	15,99%

Fuente: elaborada por las autoras.

3.3 Réplica del modelo para el cálculo del costo de capital para el biopesticida y el bioestimulante

Para la elaboración de este cálculo se hicieron las siguientes modificaciones al modelo aplicado anteriormente; para la aplicación del modelo a futuras evaluaciones financieras de otras tecnologías de la Universidad se deberá proceder con estas mismas modificaciones. En el archivo de Excel con el modelo aplicado que se entregará a la Dirección de Innovación se encuentra una hoja de instrucciones para que las demás personas del área de transferencia de la Universidad también lo puedan utilizar.

- 1) Se calculó nuevamente la estructura de capital para estas dos tecnologías tomando como fuente de información los contratos y presupuestos que la Universidad ha firmado para el desarrollo de las mismas hasta el 30 de abril de 2016, extrayendo los aportes de los socios (patrimonio) y los recursos obtenidos a través de grants o convocatorias cortas. La Universidad no adquirió deuda financiera para financiar el desarrollo de estas tecnologías.

Tabla 5. Cálculo de la estructura de capital biopesticida

Deuda financiera CP	\$ -
Deuda financiera LP	\$ -
Total Deuda (D)	\$ -
Patrimonio - aportes de los socios (P)	\$ 1.403.839.629
Grants - convocatorias (G)	\$ 690.939.519
Total inversión (D+P+G)	\$ 2.094.779.148
D/P	0%
G/P	49%
D/(D+P+G)	0%
P/(D+P+G)	67%
G/(D+P+G)	33%

Fuente: elaborada por las autoras.

Tabla 6. Cálculo de la estructura de capital bioestimulante

Deuda financiera CP	\$ -
Deuda financiera LP	\$ -
Total Deuda (D)	\$ -
Patrimonio - aportes de los socios (P)	\$ 1.403.839.629
Grants - convocatorias (G)	\$ 690.939.519
Total inversión (D+P+G)	\$ 2.094.779.148
D/P	0%
G/P	49%
D/(D+P+G)	0%
P/(D+P+G)	67%
G/(D+P+G)	33%

Fuente: elaborada por las autoras.

- 2) Para el cálculo de la beta apalancada – β_L se tomó la Beta de la Industria de “Drugs (Biotechnology)” proporcionada por el profesor Damodaran (2016).

Tabla 16. Cálculo beta apalancada biopesticida y bioestimulante

β industria	1,17
D/P	0,00%
t	33%
β_L	1,17

Fuente: elaborada por las autoras.

- 4) Cálculo del costo de patrimonio con los datos ajustados para estas tecnologías: la estructura de capital de la tecnología, la beta apalancada y la prima por riesgo tecnológico.

Tabla 9. Cálculo del costo de patrimonio biopesticida

RF	1,82%
RM - RF	4,54%
β_L	1,167041905
KP (US,USD)	7,12%
Riesgo pais	2,27%
KP (COL,USD)	9,39%
KP (COL,COL)	10,86%
KP ajustado riesgo tecnología	23,86%

Fuente: elaborada por las autoras.

Tabla 10. Cálculo del WACC biopesticida

	Peso - %	Costo - K	Ponderación
Deuda	0,00%	4,86%	0,000%
Patrimonio	67,02%	23,86%	15,99%
Grants	32,98%	0,00%	0,00%
		WACC =	15,99%

Fuente: elaborada por las autoras.

Tabla 11. Cálculo del costo de patrimonio bioestimulante

RF	1,82%
RM - RF	4,54%
β_L	1,167041905
KP (US,USD)	7,12%
Riesgo pais	2,27%
KP (COL,USD)	9,39%
KP (COL,COL)	10,86%
KP ajustado riesgo tecnología	28,86%

Fuente: elaborada por las autoras.

Tabla 12. Cálculo del WACC bioestimulante

	Peso - %	Costo - K	Ponderación
Deuda	0,00%	4,86%	0,000%
Patrimonio	67,02%	28,86%	19,34%
Grants	32,98%	0,00%	0,00%
		WACC =	19,34%

Fuente: elaborada por las autoras.

4 Presentación y análisis de resultados

El modelo de evaluación financiera seleccionado para las tecnologías cuya estrategia de transferencia es el licenciamiento es flujo de caja descontado a una tasa de riesgo. Para su aplicación se siguieron los siguientes pasos.

De acuerdo con las cifras de mercado potencial analizadas para cada tecnología se proyectaron los ingresos potenciales que podrían tener los licenciarios bajo el esquema de licencia de estas tecnologías. A partir de la información recopilada de los estados financieros de las principales empresas de cada sector, también se proyectaron el estado de resultados y el flujo de caja para un posible licenciario de cada sector. Esto con el objetivo de proyectar los ingresos para la Universidad y sus socios, entender el desempeño financiero de cada industria y preparar la negociación con los potenciales licenciarios.

Acorde a los porcentajes de regalías revisados y suministrados por la empresa Inveniam Innovation, se ha encontrado que las regalías por licenciamiento de tecnologías que se encuentren patentadas para el sector de dispositivos médicos están alrededor del 3% al 5% y para el sector de biotecnología están alrededor del 1% al 2%. Con esta información y los ingresos proyectados para el licenciario se proyectaron los ingresos por regalía para la Universidad y sus socios.

Adicionalmente se proyectaron los costos y gastos asociados al licenciamiento de las tecnologías ya desarrolladas, entre los que se encuentran las comisiones a los brokers, procesos de auditorías, gastos de patentes, otros costos y gastos directos asociados al modelo de negocio de cada tecnología y un porcentaje de gastos administrativos que carga la Universidad a todas las actividades de consultoría y transferencia; también se incluyeron las inversiones asociadas al desarrollo de dichas tecnologías.

Con esta información, finalmente, se proyectó un flujo de caja para la Universidad y sus socios, y luego separadamente el flujo de caja para la Universidad, procediendo luego con el cálculo de la TIR y valor presente neto de dichos flujos descontados al WACC calculado para cada tecnología.

Para realizar una real evaluación de si los flujos de caja netos que generan los ingresos por regalías de las tecnologías licenciadas por la Universidad permiten obtener el retorno esperado o costo de capital calculado en la aplicación del modelo del presente trabajo, se realizó el cálculo de las regalías mínimas que la Universidad estaría dispuesta a recibir para garantizar ese costo de capital o retorno esperado. Este procedimiento se hizo hallando el valor de la regalía que hace el valor presente neto de los flujos de caja de la Universidad cero, es decir, cuando la TIR y el WACC son iguales. Como resultado de los tres ejercicios de evaluación financiera se obtuvo que la rentabilidad esperada por riesgo calculada para las tres tecnologías analizadas oscila en valores muy cercanos, entre el 15% y 20%. La TIR calculada para las tecnologías se encuentra en 195% para el videolaringoscopio, en 53,33% para el bioestimulante y en 21,48% para el biopesticida, y el valor presente neto de los flujos de caja libres generados por los ingresos de regalías por el licenciamiento de estas tecnologías está en USD 458.000 para el videolaringoscopio, USD 98.000 para el biopesticida y USD 935.000 para el bioestimulante. Con estos resultados se infieren indicadores como buenos niveles de rentabilidad para la Universidad, un retorno sobre la inversión (TIR) que supera la rentabilidad mínima ajustada por riesgo esperada (WACC), lo que indica que el negocio está generando más del mínimo de regalías esperadas por la Universidad y un valor presente neto proporcional a la estrategia de licenciamiento, en donde la Universidad no asume los

riesgos de producción y comercialización de las tecnologías. En el Anexo 4 se presentan los resultados de estos ejercicios de evaluación financiera.

5 Conclusiones

- Los resultados obtenidos con el desarrollo de este trabajo de grado muestran que la Universidad EAFIT tiene una gran tendencia a la adopción de la estrategia de licenciamiento como estrategia preferida de transferencia tecnológica; sin embargo, a través de la aplicación de este modelo de cálculo de costo de capital y las adecuaciones consideradas en cuanto a estructura de capital (fuentes de financiación utilizadas por la Universidad para el desarrollo de tecnologías) y el riesgo tecnológico estimado, se pudo determinar el WACC para la evaluación financiera de tecnologías universitarias, independiente de la estrategia de transferencia que se defina para cada una.
- Adicionalmente se logró estandarizar un método riguroso para el cálculo de la rentabilidad esperada por riesgo y la evaluación financiera de tecnologías, de tal forma que la aplicación del modelo permitirá que sea replicado por otras personas del área de transferencia de tecnología, con ajustes mínimos para cada tecnología a evaluar. La determinación de este WACC con toda la rigurosidad financiera permitirá presentar ante las directivas el modelo y su aplicación para la estimación del retorno esperado por las actividades de transferencia, especialmente de licenciamiento de tecnologías, y la comparación con la política institucional existente al respecto. Durante la realización del trabajo se tuvieron dificultades para el cálculo del WACC por la falta de información de nuestro mercado financiero y por lo incipiente de este tipo de negocios que se están evaluando.
- El modelo de cálculo de capital (CAPM) y el modelo de evaluación financiera (flujos de caja descontados) seleccionados y aplicados permitirán tener un entendimiento más claro del sector o industria a la que pertenece cada tecnología y el retorno mínimo

esperado por la Universidad, para preparar y ejecutar de una forma más efectiva el proceso de negociación con clientes potenciales.

Referencias

- “Acerca de EAFIT/Institucional” (2015). Recuperado de <http://www.eafit.edu.co/institucional/info-general/Paginas/mision-vision.aspx>
- “Annual Returns on Stock, T. Bonds and T. Bills: 1928 – Current” (2016). Recuperado de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html
- Barney, J. (1991). "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage". *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Berbegal, J. y Solé, F. (2011). "Caracterización del proceso de valorización de la I+D universitaria". *XV Congreso de Ingeniería de Organización* (pp. 558-567). Cartagena: Grupo de Ingeniería de Organización, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Berk, J. & DeMarzo, P. (2014). *Corporate Finance*. Boston, Estados Unidos: Pearson.
- Bonardo, D., Paleari, S. & Vismara, S. (2011). "Valuing University-Based Firms: The Effects of Academic Affiliation on IPO Performance". *Entrepreneurship Theory and Practice*, 35, 755-776.
- “Cuadros estadísticos” (2016). Recuperado de <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/nota-semanal/cuadros-estadisticos.html>
- Damodaran, A. (2016). *Current data*. Recuperado de http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html
- “Damodaran en línea” (2016). Recuperado de <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- "Dependencias" (2015). Recuperado de <http://www.eafit.edu.co/institucional/info-general/Paginas/dependencias.aspx#e>
- Duarte, G. y Navarro, J. R. (2014). "Sobre las universidades de primera, segunda y tercera generación". *Revista de la Facultad de Medicina*, 415-423.

- Friedman, J. & Silberman, J. (2003). "University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter?". *The Journal of Technology Transfer*, 28, 17-30.
- Gallardo, D. (2011). *Metodología para el calculo del WACC y su aplicabilidad en la valoración de la inversiones de capital, en empresas no cotizantes en bolsa* [Tesis de Maestría, ICESI]. Cali, Colombia.
- García, J. D., Rodríguez, A., Vallejo, B. y Arregui, G. (2010). "Motivos 'externos' e 'internos' para la valoración financiera de los intangibles". *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 16, 145-171.
- Grupo Bancolombia (2016). Recuperado de <http://www.grupobancolombia.com>
- "Intubation Threatened by New Devices and Lack of Paramedic Practice" (2009). Recuperado de <http://www.jems.com/articles/print/volume-34/issue-3/patient-care/intubation-threatened-new-devi.html>
- "Investigación" (2015). Recuperado de <http://www.eafit.edu.co/investigacion/Paginas/inicio.aspx>
- Ketelhöhn, W., Marin, J. N. y Montiel, E. (2004). *Inversiones: análisis de inversiones estratégicas*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Kolouchová, P. & Novák, J. (2010). *Cost of equity estimation techniques used by valuation experts*. Praga, República Checa: Institute of Economic Studies, Faculty of Social Sciences.
- Kulatilaka, N. & Lin, L. (2006). "Impact of Licensing on Investment and Financing of Technology Development". *Management Science*, 52, 1824-1837.
- Pascale, R. (2006). "Costo de capital en países emergentes". *Jornadas de SADAF (Sociedad Argentina de Docentes en Administración Financiera)*. Vaquerías, Argentina: SADAF.
- Pereiro, L. (2001). "The valuation of closely-held companies in Latin America". *Emerging Markets Review*, 330-370.

Pratt, S. & Grabowski, R. (2010). *Cost of capital*. Hoboken, Estados Unidos: John Wiley & Sons.

"Prediction of Difficult Tracheal Intubation" (2012). Recuperado de http://www.reapitie-univparis6.php.fr/web_acappella1/cariboost_files/O_20Langeron_20Anesthesiology_202012.pdf

Razgaitis, R. (2007). "Pricing the Intellectual Property of Early-Stage Technologies: A Primer of Basic Valuation". En A. Krattiger, R. T. Mahoney, L. Nelsen, J. Thomson, A. Bennett, K. Satyanarayana *et al.*, *Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices*. Oxford, David, Inglaterra, Estados Unidos: MIHR, PIPRA [Recuperado de www.ipHandbook.org].

————— (2009). *Valuation and Dealmaking of Technology-Based Intellectual Property*. Hoboken, Estados Unidos: John Wiley & Sons.

"Rigid Video Laryngoscopes: A Market Snapshot" (2010). Recuperado de <http://www.medicaldevice-network.com/features/feature90493/>

Saldaña, J., Palomo, M. y Blanco, M. (2007). "Los modelos CAPM y APT para la valuación de empresas de telecomunicaciones con parámetros operativos". *Innovaciones de Negocios*, 331 - 355.

Schmal S., Mejía C. y López, M. (2006). "Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones". *Panorama Socioeconómico*, 24, 70-81.

Sharpe, W. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk". *The Journal of Finance*, 19, 425-442.

Siegel, D., Veugelers, R. & Wright, M. (2007). "Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications". *Oxford Review of Economic Policy*, 23, 640-660.

"The Markets" (2016). Recuperado de <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5ETNX&a=01&b=1&c=2016&d=03&e=30&f=2016&g=d>

"US Inflation Forecast 2015-2020 and up to 2060, Data and Chars" (2016). Recuperado de <http://knoema.es/kyawad/us-inflation-forecast-2015-2020-and-up-to-2060-data-and-charts>

Valderrama A. M., Díez B. J. y Gaitán R. S. (2011). "Aproximación a las metodologías de estimación del costo de capital en los proyectos de inversión. El caso colombiano". *AD-MINISTER*, 18, 101-124.

Van Horne, J. y Wachowicz, J. (2002). *Fundamentos de administración financiera*. Juárez, México: Pearson Educación.

Wissema, J. (2009). *Towards the Third Generation University: Managing the University in Transition*. Cheltenham, Inglaterra: Edward Elgar.

ANEXOS

Anexo 1. Inventario de los resultados de los grupos de investigación*

Inventario de los resultados de los grupos de investigación	
1	Sistema de almacenamiento y gestión de imágenes médicas en la nube
2	Enzimas pectinolíticas
3	Mediciones magnetográficas
4	SPD Pinza cable
5	GICO- Software para la gestión integrada de la construcción
6	GESLOG - Software para la gestión logística de la construcción
7	Ventana interactiva
8	Serie web
9	Obra de teatro para prácticas profesionales
10	Obra de teatro para orientación vocacional
11	Varieté para prevención de adicciones
12	SmartBone - Implantes craneales y maxilofaciales a la medida
13	SmartBone - Planeación de cirugía maxilofacial
14	Reemplazo de cuerpo y disco vertebral a la medida
15	Programa de intervención de aneurismas no rotos
16	Stent cerebrales a la medida
17	Implantes de articulación temporo mandibular
18	Programas online de entrenamiento en habilidades profesionales
19	Escudos balísticos
20	Inhibidor de frecuencias
21	Activador de frecuencias
22	Chalecos blindados
23	Manta antiexplosivos
24	Cascos y visores blindados
25	Trajes de desminado
26	Valla holográfica
27	Kit pedagógico
28	Holodisplay
29	Plataformas flotantes
30	SAI Software académico integrado
31	Biopesticida
32	Bioestimulante
33	Proceso de inducción antimicrobiana
34	Sistema de rehabilitación
35	Asistente para anestesia
36	Cama hospitalaria
37	Colchoneta para la prevención de úlceras por presión
38	Sensor de horizontalidad
39	NIDUTEC
40	Recubrimientos por plasma
41	Aislador sísmico para estructuras esbeltas
42	Vehículo CAD
43	Bicicleta eléctrica
44	Scooter

45	Estaciones de carga
46	Ladrillo solar
47	Colector o calentador solar
48	Solar Tracker
49	Estación de tierra
50	Correa para ejercitación
51	Videolaringoscopio
52	Simulador de cirugía laparoscópica
53	Simulador de reducción cerrada de huesos
54	ReserveMe: aplicación para la reserva inteligente de servicios
55	Modelo estocástico para estimación de precios del mercado de energía eléctrica

* Todas las tablas que aparecen en los anexos fueron elaboradas por las autoras.

Anexo 2. Resultados clasificados por estrategia de transferencia

Estrategia de transferencia	Explicación de la estrategia de transferencia	Resultados de investigación de acuerdo a su estrategia de transferencia
Venta de productos	La Universidad decide comercializar a través de la venta directa o indirecta de productos aquellos resultados de investigación o tecnologías que se pueden producir, administrar y comercializar directamente desde una unidad de negocios o spin off de la Universidad, a través de los canales adecuados de acuerdo al tipo de industria al que va dirigido cada producto	Ventana interactiva
		Serie web
		Obra de teatro para prácticas profesionales
		Obra de teatro para orientación vocacional
		Varieté para prevención de adicciones
		Reemplazo de cuerpo y disco vertebral a la medida
		Implantes de articulación temporo mandibular
		SmartBone - Implantes craneales y maxilofaciales a la medida
		Programas online de entrenamiento en habilidades profesionales
		Valla holográfica
		Kit pedagógico
		Holodisplay
		Plataformas flotantes
Venta de servicios	La Universidad decide comercializar como servicio a través de venta directa o indirecta aquellos resultados de investigación o tecnologías a partir de los cuales se puede ofrecer un servicio de consultoría, tecnológico, cultural, de entrenamiento, entre otros; administrarlo y comercializarlo directamente desde una unidad de negocios o spin off de la Universidad, a través de los canales adecuados de acuerdo al tipo de industria al que va dirigida cada propuesta de valor	Sistema de almacenamiento y gestión de imágenes médicas en la nube
		Mediciones magnetográficas
		Programa de intervención de aneurismas no rotos
		Recubrimientos por plasma
		ReserveMe: aplicación para la reserva inteligente de servicios
		Modelo estocástico para estimación de precios del mercado de energía eléctrica
		SmartBone - Planeación de cirugía maxilofacial
Licenciamiento	La estrategia de licenciamiento consiste en comercializar o celebrar un negocio jurídico con un tercero que quiere usar un resultado de investigación o una tecnología en un proceso industrial o comercial, a cambio de diferentes tipos de contraprestaciones económicas que se pagan al titular de dicha tecnología (upfront fee, regalías, milestones, entre otros). Esta estrategia de transferencia puede aplicarse a tecnologías como procesos, productos y software	Enzimas pectinolíticas
		SPD Pinza cable
		Stent cerebrales a la medida
		SAI Software académico integrado
		Biopesticida
		Bioestimulante
		Proceso de inducción antimicrobiana
		Cama hospitalaria
		Colchoneta para la prevención de úlceras por presión
NIDUTEC		

		Aislador sísmico para estructuras esbeltas
		Correa para ejercitación
		Videolaringoscopio
Licenciamiento y venta de productos	En este caso la Universidad decide concentrar los esfuerzos de transferencia en dos estrategias simultáneamente: el licenciamiento de la tecnología de cara a tener una mayor participación de mercado a nivel global y la venta de productos a nivel local con el objetivo de dinamizar el proceso de comercialización y atender la demanda del mercado regional	Escudos balísticos
		Inhibidor de frecuencias
		Activador de frecuencias
		Chalecos blindados
		Manta antiexplosivos
		Cascos y visores blindados
		Trajes de desminado
		Sensor de horizontalidad
		Vehículo CAD
		Bicicleta eléctrica
		Scooter
		Estaciones de carga
		Ladrillo solar
		Colector o calentador solar
		Solar Tracker
Estación de tierra		
Licenciamiento y venta de servicios	En este caso la Universidad decide concentrar los esfuerzos de transferencia en dos estrategias simultáneamente: el licenciamiento de la tecnología de cara a tener una mayor participación de mercado a nivel global y la venta de servicios a nivel local con el objetivo de dinamizar el proceso de comercialización y atender la demanda del mercado regional	GICO- Software para la gestión integrada de la construcción
		GESLOG - Software para la gestión logística de la construcción
		Sistema de rehabilitación
		Asistente para anestesia
		Simulador de cirugía laparoscópica
		Simulador de reducción cerrada de huesos

Anexo 3. Descripción de las tecnologías

Videolaringoscopio

Un laringoscopio es un dispositivo médico en acero que se utiliza en los procesos de reanimación cardiopulmonar y en los procedimientos quirúrgicos que requieren anestesia general para introducir correctamente, de una forma ágil y segura, un tubo endotraqueal para aislar la vía aérea del paciente. Se compone de tres partes:

- Un mango, desde el cual se manipula el dispositivo
- Una valva u hoja, la cual aparta la lengua y la epiglotis
- Una fuente de iluminación, que permite mejor visibilidad de la vía aérea especialmente de la glotis y las cuerdas vocales

El videolaringoscopio desarrollado por la Universidad EAFIT en alianza con la Universidad CES y el Hospital Pablo Tobón Uribe es un dispositivo con diseño anatómico estándar y materiales biocompatibles, utilizado en el proceso de intubación de un paciente para capturar la imagen directa de la vía aérea por medio de un dispositivo de video y una fuente de iluminación. La imagen es visualizada desde cualquier monitor, PC, tablet u otro medio de proyección.

Tiene dos canales de trabajo, uno que permite el ingreso de otros dispositivos médicos como el tubo endotraqueal y el canal que permite el ingreso del dispositivo de video para la visualización en tiempo real de la vía aérea del paciente. El doble canal facilita el uso por parte del médico, sea zurdo o diestro; adicionalmente, permite que este pueda ser utilizable

en caso de que se requiera hacer algún tipo de secreción u otra actividad médica que necesite la inserción de un segundo dispositivo durante el proceso de intubación endotraqueal.

Con algunas variaciones en el diseño y las medidas del dispositivo este puede ser usado en adultos y niños, permitiendo mejorar la tasa de éxito de intubación y disminuyendo los potenciales riesgos asociados a métodos convencionales.

Este dispositivo en la práctica médica es utilizado por anestesiólogos, urgentólogos, intensivistas, enfermeras, técnicos en atención prehospitalaria – APH y residentes de anestesiología. Además de estos clientes los pacientes y los administradores de salud también son beneficiarios de esta nueva tecnología que será llevada al mercado.

Beneficios de la tecnología:

- Mejor desempeño del personal de salud
- Menor tiempo en el proceso de intubación
- Mayor seguridad en los procesos de intubación
- Menor costo de adquisición respecto a los videolaringoscopios disponibles en el mercado y posibilidad de reutilización
- Menor costo de mantenimiento a través de técnicas de esterilización del dispositivo
- Menor probabilidad de eventos adversos en vías aéreas normales y difíciles
- Fácil reparación por su modularidad

En conclusión, puede afirmarse que es un dispositivo anatómico, tanto para el usuario como para el paciente, que mejora la tasa de éxito de intubación y disminuye los potenciales riesgos asociados a métodos convencionales, con un menor costo asociado.

Pensando en las fortalezas de las tres instituciones titulares de la tecnología se ha definido como estrategia de comercialización o transferencia tecnológica el licenciamiento de las patentes asociadas al videolaringoscopio; actualmente ninguna de las tres instituciones tiene la infraestructura y capacidad comercial para fabricar y vender dispositivos médicos, adicionalmente tampoco se cuentan con los registros y aprobaciones por parte del INVIMA en Colombia y de otras entidades a nivel internacional para realizar dicha fabricación bajo condiciones higiénico técnico sanitarias. Como decisión estratégica, la alianza ha decidido licenciar para que otras empresas fabriquen y comercialicen a nivel nacional e internacional; los ingresos de la explotación comercial de estas tecnologías provendrán de regalías sobre las ventas que estos licenciatarios hagan de sus patentes. Actualmente las tres instituciones se encuentran trabajando con la empresa Inveniam Innovation en el acercamiento a potenciales licenciatarios internacionales. La empresa cuenta con brokers tecnológicos de alta experiencia los cuales se encuentran, con las tres instituciones, definiendo el tech brief del videolaringoscopio que se presentará a los posibles licenciatarios.

El mercado a nivel mundial de los videolaringoscopios rígidos en el año 2009 alcanzaba los 70 millones de dólares y la proyección para 2016 es de 136,4 millones de dólares, asumiendo una tasa de crecimiento compuesta anual de 10%, según Global Data.

Aunque la mayoría de los hospitales alrededor del mundo siguen utilizando laringoscopios tradicionales en procedimientos de intubación en quirófano, con un cifra de cerca del 90% de utilización frente a la alternativa de los videolaringoscopios, según MedicalDevice-Netowrk.com (“Rigid Video Laryngoscopes: A Market Snapshot”, 2010), las organizaciones

de anestesiología alrededor del mundo³ ya han estipulado dentro de sus buenas prácticas el uso de este tipo de dispositivos para el manejo de vías aéreas difíciles. En un estudio de 1.600 pacientes, el 6,1% fue de difícil intubación endotraqueal. Según la Asociación de Anestesiología de Estados Unidos el videolaringoscopio es la segunda opción para el manejo de vía aérea difícil y segunda opción cuando el primer intento de proceso de intubación no es exitoso en pacientes con vía aérea normal (“Intubation Threatened by New Devices and Lack of Paramedic Practice”, 2009 y “Prediction of Difficult Tracheal Intubation”, 2012).

En Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social en la resolución 2003 de 2014 aclara que todos los prestadores de servicios de salud deben tener como mínimo dentro de sus equipos para el manejo de vía aérea un laringoscopio adulto con tres valvas de tamaños diferentes y baterías de repuesto y un laringoscopio con las mismas características. Según la Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas (ACHC) en Colombia hay 1.135 hospitales divididos entre baja, media y alta complejidad. Entre los hospitales de media y alta complejidad Colombia cuenta con 465 salas de quirófano y 502 consultorios en el servicio de urgencias.

Biopesticida y bioestimulante

El biopesticida es un producto desarrollado como solución a la problemática de protección vegetal contra fitopatógenos. A partir de la cepa *Bacillus subtilis* EA-CB0015 se optimizó su proceso de producción, generando una formulación con base en dicho microorganismo y sus metabolitos para el control de la Sigatoka negra. Este ya ha sido probado a nivel de

³The American Society of Anesthesiologists.

invernadero y campo mostrando un control de la enfermedad similar al presentado por productos actualmente aplicados en cultivos comerciales. Se han realizado otras pruebas en tomate de árbol y flores (crisantemo), obteniendo resultados satisfactorios.

Por su parte, el bioestimulante es un producto desarrollado como solución a la problemática de nutrición vegetal, mejorando las condiciones de disponibilidad de nutrientes y la productividad de los cultivos. Este producto se desarrolló a partir de la cepa *Bacillus subtilis* EA-CB0575 generando una formulación con base en dicho microorganismo, que ha sido probada a nivel de invernadero y campo en banano mostrando promociones de crecimiento en peso seco de las plantas entre el 20% y 75% y reduciendo el ciclo productivo del cultivo en un 8%. También se han hecho pruebas en otros cultivos como flores y hortalizas, obteniendo muy buenos resultados.

Teniendo en cuenta la misión y las fortalezas de las dos instituciones codesarrolladoras de estas tecnologías, EAFIT y AUGURA, el modelo de negocio planteado para estas empieza en la investigación de soluciones sobre las necesidades del sector agroindustrial hasta el desarrollo de soluciones a escala preindustrial incluyendo las respectivas pruebas de eficacia realizadas en laboratorio e invernadero. A partir de esta fase, se plantea como estrategia para la explotación comercial de las soluciones desarrolladas el licenciamiento a potenciales licenciarios que se encarguen de realizar el alistamiento a escala industrial, gestionar los registros de los productos en los mercados donde se comercializarán y realizar la producción y comercialización de los productos que llegarán al sector agroindustrial para su aplicación en los cultivos.

En general los segmentos de clientes para estas tecnologías son los productores de banano, flores, café, maíz y el sector agroindustrial a nivel mundial.

El tamaño del mercado potencial si se habla de hectáreas (ha) que pueden ser impactadas con las dos tecnologías desarrolladas son: banano Colombia 48.000 ha, banano Ecuador 230.000 ha, banano Costa Rica 45.000 ha, flores Colombia 716 ha y maíz Colombia 527.000 ha.

La dosis de aplicación del biopesticida es de 1,5 L/ha en banano y si se calcula un precio aproximado de mercado de USD 7,5 por litro se podría estar hablando de un mercado potencial según las hectáreas cultivadas de banano en los tres países latinoamericanos de 3,5 millones de dólares y contando con que sólo se realiza una aplicación del producto al año. Sin embargo, se ha estimado que los bananeros no harán un cambio radical de los productos que usan actualmente y que este producto podría ser usado durante 7 ciclos de los 36 ciclos anuales de fumigación (en Colombia, por ejemplo); adicionalmente se ha planteado un escenario conservador en el cual se estima que no se aplicará en el total de las hectáreas cultivadas. Es decir, que para el primer año se han calculado que las ventas de este producto podrían alcanzar los 142.000 dólares sólo en Colombia, en el año tres se introducirá el producto a los demás mercados y en el año cinco se podrán alcanzar ventas de 2,4 millones de dólares.

Para el bioestimulante la dosis de aplicación es de 6,65 kg/ha en banano. Para este cultivo, el producto se puede aplicar sobre las hectáreas que se renuevan anualmente, lo que equivale a 3.700 ha en Colombia, 17.700 ha en Ecuador y 3.400 en Costa Rica. En estos términos, el mercado potencial para banano si se estima un precio de USD 8,4 el kilogramo es de 1,3 millones de dólares; para el cultivo de maíz la dosis de aplicación es de 2 kg/ha y en Colombia

hay 527.000 ha, es decir que el tamaño de mercado potencial estaría alrededor de los 8,7 millones de dólares. En crisantemos la dosis de aplicación es de 4 kg/ha y en Colombia hay 716 ha; en este cultivo hay cinco ciclos anuales de aplicación. Con estas cifras el mercado potencial se ha calculado en 120.000 dólares. Sin embargo, conservando también un escenario conservador y considerando que en principio no se aplicará el producto en el total de las hectáreas se han calculado unas ventas de este producto para el primer año de 255.000 dólares, en el año tres se introducirá el producto a los demás mercados y en el año cinco se podrán alcanzar ventas de 1,3 millones de dólares.

