



Análisis del papel de los agentes de ciencia, tecnología e innovación del sistema regional de innovación del área metropolitana del Valle de Aburrá (Colombia)

Analysis of the role of the agents of science, technology and innovation of the regional innovation system of the metropolitan area of the Valle de Aburra

Jhon F ESCOBAR [1](#); Indy B. BEDOYA [2](#); Carlos María FERNÁNDEZ-JARDÓN [3](#); Johanna ARROYAVE [4](#)

Recibido: 22/02/2017 • Aprobado: 15/03/2017

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

Existe un conocimiento limitado sobre la configuración de los agentes de un Sistema Regional de Innovación (SRI) y de las funciones tecnológicas necesarias para concretar exitosamente la innovación tecnológica, específicamente de aquellas funciones que son producto de la interacción y cooperación entre agentes, así como del papel de los intermediarios dentro del sistema. Este artículo presenta una revisión conceptual de los agentes que conforman un SRI y adicionalmente se presenta un análisis sobre las funciones de intermediación que estos realizan y un estudio de caso de estos agentes en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Colombia.

Palabras clave Agentes generadores, agentes transformadores, agentes explotadores, agentes habilitadores.

ABSTRACT:

There is limited knowledge about the configuration of the agents of a Regional Innovation System (RIS) and the technological functions necessary to successfully realize technological innovation, specifically those functions that are the product of interaction and cooperation between agents, as well as the role of intermediaries within the system. This article presents a conceptual review of the agents that make up an RIS and an analysis of intermediation functions performed by them and a case study of these agents in the Metropolitan Area of the Valle de Aburra, Colombia.

Keywords: Generator agents, transforming agents, exploiter agents, enabler agents.

1. Introducción

El actual proceso de desarrollo tecnológico que se experimenta en el mundo está caracterizado por una velocidad y dinámica inéditas que, conjugadas con la globalización e integración económica, han influido en todos los ámbitos de la actividad humana, lo que produce un cambio dramático en la generación de riqueza y propicia el tránsito hacia una economía basada en el conocimiento (Breton et al., 2006; Klerkx and Proctor, 2013; Konttinen et al., 2011; Pérez Hernández, 2009; Vásquez and Bergman, 2013; Verona, 2006). Así pues, si bien se da por sentado que el progreso tecnológico y la innovación son factores determinantes en el crecimiento de una economía (BID, 2011), se ha evidenciado que los esfuerzos en ciencia, tecnología e innovación (CTi) no siempre terminan generando más riqueza en los países en vías de desarrollo ni los hace más competitivos (Escobar et al., 2016b).

La competitividad nacional depende de factores en los que la innovación debe ser vista desde una perspectiva abierta, es decir, teniendo en cuenta las relaciones dinámicas que existen entre las diferentes entidades que la dinamizan, dejando de esta manera atrás los modelos tradicionales (Yang and Shyu, 2009). Originalmente, la innovación se consideraba como un proceso cerrado y lineal, pero ahora se entiende como uno dinámicamente complejo y social no lineal, que requiere articular mucho más que la investigación (I) y el desarrollo tecnológico (DT) (Rothwell, 1994b), y que rara vez se produce de forma aislada, sino que involucra la existencia de redes que permiten el aprendizaje interactivo (Kline and Rosenberg, 1986; Vera-cruz and Lackiz, 2011). Por esta razón se ha considerado el enfoque sistémico como el más adecuado para abordar los procesos de innovación desde un modelo interactivo, o de tercera generación, como el propuesto por Kline y Rosenberg (1986), en el cual interactúan la I y el DT en todas las etapas y no solamente al principio (Velasco et al., 2003).

Generalmente, la innovación es un proceso altamente colaborativo a través de una creciente y diversa red de actores, instituciones e individuos (OCDE, 2015), conocidos como agentes, que intervienen directa o indirectamente en el desarrollo y la evolución en términos de tecnología de las regiones, con respuestas y comportamientos no conocidos a priori (Robledo Velásquez, 2013) y condicionados por factores económicos, sociales e institucionales.

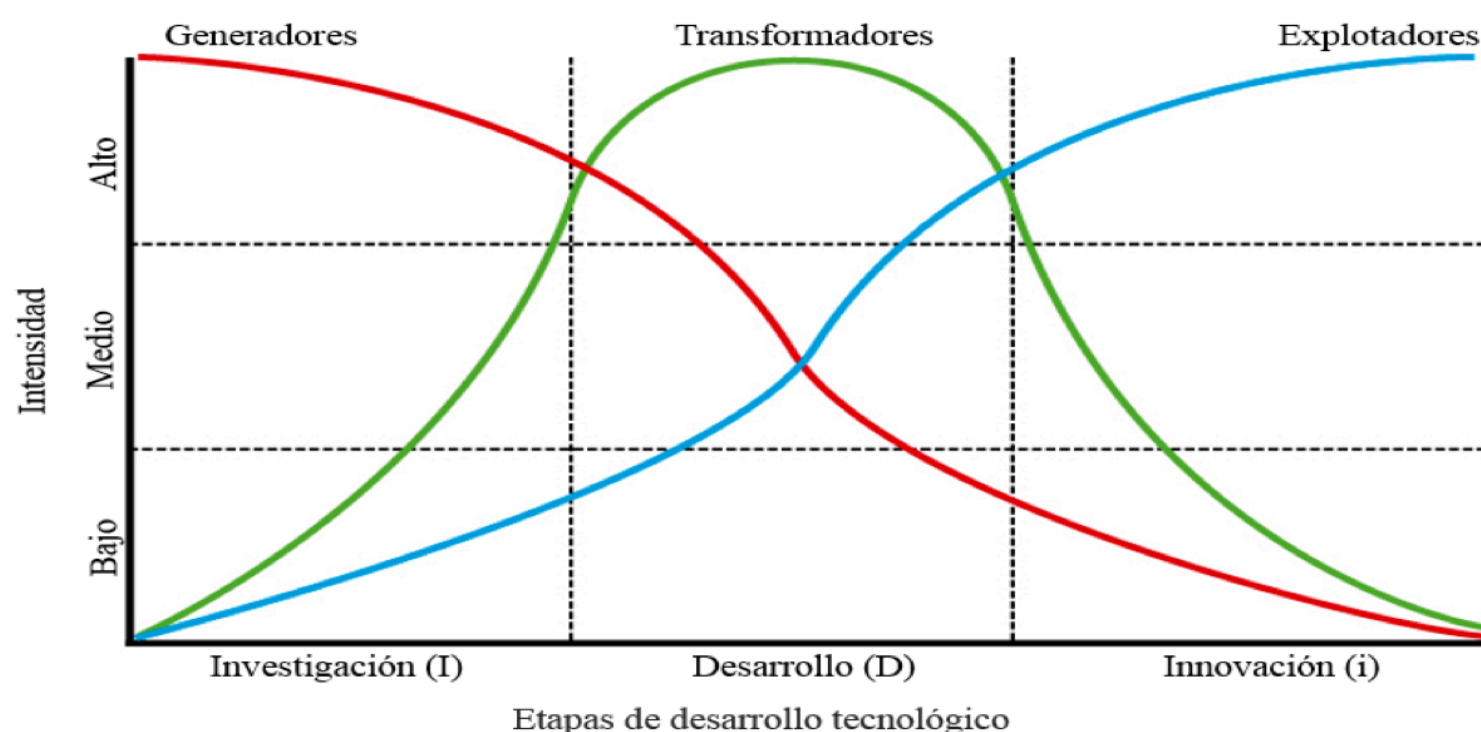
Desde la perspectiva de los SI, la producción y el intercambio de conocimiento no son los únicos prerrequisitos para la innovación; varios factores adicionales, como las políticas, la infraestructura, el financiamiento, el desarrollo de mercados, entre otros, juegan un papel crucial (Klein Woolthuis et al., 2005, citado por Klerkx and Leeuwis, (2008a)) En este panorama, donde diversos agentes heterogéneos, con objetivos y trayectorias diferentes, pretenden establecer vínculos y llegar a consensos, es esencial (desde la perspectiva de los SI) contar con entidades que puedan ayudar en la formación de dichos vínculos para facilitar la conexión entre oferentes y demandantes de información y conocimiento; tales entidades se conocen con el nombre de intermediarios de innovación (Howells, 2006), los cuales cumplen la función de generar un ambiente de confianza y certidumbre que coadyuve al aprendizaje, la creatividad y el trabajo en red (Pérez Hernández, 2009) llevando a cabo actividades mediadoras en las diferentes etapas del proceso de innovación; estas actividades o funciones en adelante se denominarán funciones bróker.

Según Doloreux (2002), los agentes están conformados principalmente por instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación (generadores), por las empresas (explotadores), los centros de desarrollo tecnológico (CDT), la infraestructura de conocimiento, las entidades transformadoras de conocimiento (transformadores) y la orientación política, que está destinada a mejorar el desempeño innovador en el SRI a través de instituciones y normas que regulan su comportamiento (habilitadores), y que interactúan con el fin de desarrollar e intercambiar información, conocimiento y otros recursos necesarios para mejorar o generar nuevos productos y procesos (Torres Vargas, 2011). Esta articulación entre los agentes da sustento a la existencia de un sistema de innovación (SI).

1.1. Los agentes del sistema regional de innovación (SRI)

Los procesos de innovación y de competitividad son un asunto del territorio, dado que es el entorno donde las políticas y las acciones se definen, implementan y se pueden medir en términos de impacto (Consejo Privado de Competitividad, 2013); así como las relaciones y los vínculos entre ellos, se encuentran inmersos en un marco socioeconómico y cultural común al territorio o la región (BID, 2011).

Aunque los territorios presentan condiciones ventajosas dado el principio de cercanía física entre sus actores, esto no basta. El desempeño del sistema depende del funcionamiento de las partes que lo componen como lo presenta la Gráfica 1 y, sobre todo, de la manera como ellas están interconectadas (Montero & Morris, 1999).



Gráfica 1 . Intensidad de los agentes en el proceso de I+D+i.

A continuación se describen las funciones de los diferentes agentes que forman parte del SRI.

1.1.1 Las instituciones de educación superior (IES): agentes generadores

Las universidades son actores clave en el tejido social por su desempeño en actividades de formación y docencia, investigación y vinculación con el entorno socioeconómico (D'Este et al., 2014). En Colombia se integran dentro de una clasificación denominada IES, que comprende las instituciones técnicas profesionales, las instituciones universitarias o escuelas tecnológicas y las universidades (Congreso de Colombia, 1992). La Gráfica 1 presenta como las IES, en el marco de los SRI, impactan mediante los generadores de conocimiento útil al entorno por medio de los procesos de investigación (Castro et al., 2014; Gyekye et al., 2012). Las funciones de docencia y extensión les permiten establecer vínculos productivos con empresas locales para fomentar la asociatividad, la competitividad sistémica y el desarrollo regional (Dabos and Rivero, 2009).

Un incremento en la intensidad de la colaboración entre las IES y la empresa implica grandes beneficios para ambas partes, incluyendo más apoyo para la investigación, oportunidades para la innovación, aceleración del ritmo de transferencia tecnológica, aumento en la competitividad y, finalmente, mayor impacto sobre el desarrollo económico regional (BID, 2011).

1.1.2 Los centros de desarrollo tecnológico (CDT): agentes transformadores

Los CDT se conciben como una estrategia fundamental de la política de innovación, competitividad y desarrollo tecnológico (Martínez-Vela, 2016). Su objetivo es incrementar la productividad y la competitividad de los sectores productivos mediante la promoción de una cultura de innovación empresarial basada en la cooperación, en las alianzas estratégicas

interempresariales y en la gerencia participativa; así construye redes de innovación entre empresas, IES y otras entidades de apoyo al cambio tecnológico (Garay, 1998).

En ese esquema de conexión entre los generadores y los explotadores, los CDT son, en algunos casos, modelos de éxito en cuanto a su integración con la estructura académica, de modo que como receptores naturales de las tecnologías generadas en los laboratorios básicos, pueden asumir el desarrollo posterior y puesta en el mercado de un producto (Fundación Botín, 2014). Sin embargo, en muchas ocasiones, la idea de que estos centros trabajen de la mano con las IES no ha sido del todo clara y lo que se ha generado es competencia entre ambos tipos de entidades (MEN, 2015; Salazar, 2015).

Para el caso de Colombia, los CDT son definidos de acuerdo con la Resolución 00688 de 2012 (Colciencias, 2012) como organizaciones públicas o privadas, dependientes o independientes, cuyo objeto social es el desarrollo de la investigación aplicada. Asegura que deben ejecutar programas y proyectos de desarrollo tecnológico e innovación, la transferencia de tecnología, la prestación de servicios tecnológicos, la extensión tecnológica, la difusión y el uso social del conocimiento.

1.1.3 La empresa: agentes explotadores

Las empresas son esenciales dentro del SI al poner en el mercado los resultados de investigación y concretar la innovación (OCDE and EUROSTAT, 2005). La interacción de estos agentes con otras empresas e IES puede generar una mayor productividad, nuevos productos y empleos, mayores ingresos y bienestar (OCDE, 2014); en ocasiones también puede ayudar a potenciar las actividades de investigación científica aplicada y la formación de capital humano avanzado por parte de las universidades e institutos de investigación (OECD and LEED, 2015).

Como elemento esencial del SI, la empresa decide hasta qué punto se quiere involucrar en el proceso de innovación (Roa and Weintraub, 2013) y debe ser consciente de que allí está la clave de su competitividad y supervivencia (Garay, 1998). La disposición de una empresa para desarrollar actividades e inversiones en ciencia, tecnología e innovación (CTI) puede variar, dependiendo del segmento productivo al que pertenezca, en términos de tamaño, sector, antigüedad y origen de los capitales e, igualmente, en términos de la sofisticación de la demanda que enfrenta, de la identificación de oportunidades en los mercados en que compite, del ambiente macroeconómico y de negocios, entre otros (Chesbrough and Appleyard, 2007; OECD and LEED, 2015).

En Colombia, mediante política pública se definieron las empresas altamente innovadoras como "aquellas empresas que demuestren la realización, de manera sistemática, de actividades conducentes a la innovación, a través de procesos establecidos, recursos asignados y resultados verificables" (DNP, 2015), con el objetivo de orientar recursos públicos y privados para potenciar dicha actividad innovadora.

1.1.4 El gobierno y las políticas: agentes habilitadores

El objetivo de la política de innovación es facilitar el funcionamiento del SI, lo que implica una compleja interacción de oferta y demanda entre muchos actores (Colciencias, 2015a). El sector empresarial, el sistema de educación, el sistema de financiación, la gobernanza y una serie de instituciones deben operar correctamente y estar vinculados de manera eficiente si se quiere lograr un buen funcionamiento del sistema (OCDE, 2014). Según lo anterior, además de contratar servicios y actuar como supervisor del mercado, el gobierno puede cumplir un tercer rol como facilitador y regulador del mismo; de hecho, el interés público que suscita el actuar como facilitador es que este cataliza el proceso de innovación, lo cual es visto como un factor clave para la viabilidad económica (Klerkx and Leeuwis, 2008b).

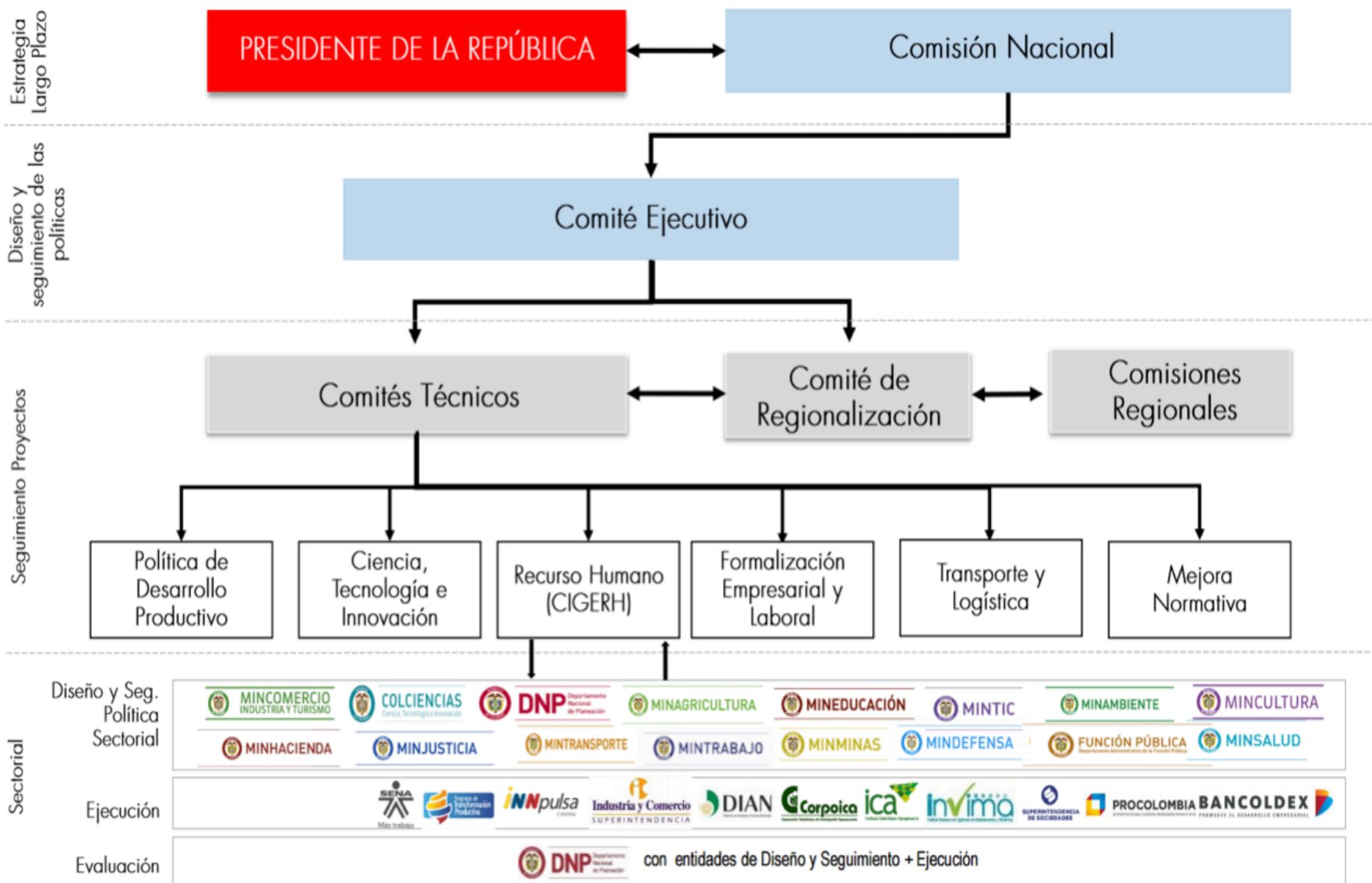


Figura 1. Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.
Fuente: (SNCCTI, 2016)

1.2 Los intermediarios de innovación: bróker tecnológico

Debido a la complejidad de los SI, surge la necesidad de contar con entidades intermediarias que establezcan un puente y conecten los diferentes agentes que componen el sistema (Klerkx and Leeuwis, 2008b) a través de funciones conocidas como de intermediación o de bróker tecnológico, gracias a las cuales los demandantes y los oferentes de tecnología interactúan; ellos dirigen y resuelven asimetrías de la información en el mercado del conocimiento como resultado de una comprensión incompleta de la disponibilidad, la fuente, la calidad de los productos y servicios (de parte del comprador), y de las necesidades y requerimientos de los compradores (Partners, 2007), o cuando no existe o no se percibe una adecuada conexión entre agentes, lo que puede suceder por fallas en el mercado o en la estructura de los SI (Ruiz Castañeda and Robledo Velásquez, 2013). De una forma más concisa, Howells (2006) define el bróker como una entidad que actúa de agente entre dos o más partes en cualquier aspecto del proceso de innovación.

Howells (2006) identifica 10 funciones que el bróker puede desarrollar: prospectiva y diagnóstico; exploración y procesamiento de información; procesamiento de conocimiento y su combinación/recombinación; vigilancia e intermediación; pruebas y validación; acreditación; validación y regulación; protección de resultados y comercialización y evaluación de resultados. C. Yang & Shyu, (2011) suman otras cuatro funciones a las ya identificadas por Howells, (2006): análisis de mercado; manejo de propiedad intelectual; explotación de mercados extranjeros; y asesoría en litigios. De hecho, Lo, Liu, Wen, (2010) afirman que la capacidad más importante de los brókeres es la de negociación, debido a que estos ayudan a discutir las

condiciones de transacción tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda. En el proceso de transacción, "cambiar" es una condición normal y los brókeres deben lidiar con contingencias o emergencias para llevar a cabo la transacción.

La configuración del bróker tecnológico corresponde al desarrollo de funciones tecnológicas propias de un proceso de intermediación; por tanto, en un modelo dinámico de SRI, uno de los agentes mencionados puede desarrollar las funciones relacionadas en la Tabla 1. En otros casos, agentes especializados en intermediación se autodenominan brókeres.

Tabla 1 . Funciones y actividades de los intermediarios de innovación

Función	Actividad
Prospectiva y diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> —Prospectiva y previsión —Articulación de necesidades y requerimientos
Exploración y procesamiento de información	<ul style="list-style-type: none"> —Exploración e inteligencia tecnológica —Selección y filtrado de información
Procesamiento de conocimiento, generación y combinación	<ul style="list-style-type: none"> —Combinación de conocimiento de diferentes socios —Generación de nuevo conocimiento y recombinación
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> —Marketing, apoyo y planeación —Redes de venta —Búsqueda de financiación
Vigilancia e intermediación	<ul style="list-style-type: none"> —Intermediación por medio de negociación —Consultoría contractual
Evaluación de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> —Valoración y evaluación de tecnología
Pruebas y validación	<ul style="list-style-type: none"> —Pruebas, diagnósticos, inspecciones y análisis —Prototipado y pilotaje —Escalado —Validación —Ensayo
Acreditación	<ul style="list-style-type: none"> —Regulación de especificaciones y consultoría —Conformidad según las normas y verificación
Validación y regulación	<ul style="list-style-type: none"> —Regulación —Autorregulación

	—Regulación informal y arbitraje
Protección de resultados	—Consultoría en derechos de propiedad intelectual en relación con los resultados de la colaboración —Gestión de propiedad intelectual para clientes

Fuente: adaptado de. Munkongsujarit & Srivannaboon, (2011).

En concordancia con lo anterior, este capítulo se orienta a presentar desde una perspectiva regional la distribución de los agentes en el AMVA según la madurez de las funciones que desempeñan (generadores, transformadores, explotadores y habilitadores); además, se analizará cuáles de ellos se constituyen en un intermediario de innovación o bróker.

2. Metodología

2.1 Diagnóstico y caracterización de los agentes en el AMVA

Para entender el SI del AMVA se procedió a identificar y categorizar los agentes según sus roles de la siguiente manera:

- Inventario de agentes del SRI: para identificar los agentes generadores se analizó el conjunto de instituciones de educación superior (IES) del AMVA reconocidas en el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para 2016. Para los explotadores se tuvieron en cuenta aquellas empresas grandes, medianas, pequeñas y micro asentadas en el AMVA y que aparecen en los reportes oficiales del 2014. Para los otros agentes se partió de un inventario realizado por el Centro Tecnológico de Antioquia (CTA) en 2010, denominado Mapa de la Innovación (CTA, 2010), que se actualizó mediante información de los sitios web o llamando a cada entidad.
- Luego de tener un inventario de los agentes más representativos del SRI, se procedió a caracterizarlos de acuerdo con la función que desempeñan:

Generadores: se realizó una evaluación del grado de madurez respecto a las capacidades de generación de conocimiento y gestión del conocimiento; para ello se evaluaron los procesos de propiedad intelectual, vigilancia tecnológica, transferencia de tecnología, innovación en educación superior. Se utilizó una escala Likert de 0 a 4, donde 0 implica que no desarrolla la función y 4 que la desarrolla y se tiene documentado y evidenciado el proceso.

Transformadores: partiendo de un proceso de categorización realizado por Colciencias en 2016 se identificaron cuáles de los agentes fueron clasificados como CDT. Se incluyeron algunos que no fueron reconocidos, pero que en el ámbito local han demostrado acciones de transformación de conocimiento y aparecen en el Mapa de la Innovación con dicha función.

Explotadores: se realizó una consulta a las cámaras de comercio que tienen influencia en los municipios del AMVA para identificar las empresas que se encuentran asentadas en el territorio; luego se seleccionaron aquellas que participaron del Pacto por la Innovación (PI) (instrumento definido desde Colciencias y Ruta N como un mecanismo para identificar, formar y financiar proyectos de CTi en las empresas firmantes) y finalmente se analizaron las empresas que siendo firmantes del PI efectivamente desarrollaron acciones de CTi de acuerdo con (Ruta N, 2015).

Habilitadores: se identificaron las instituciones que desarrollan funciones de habilitación de manera directa o por delegación de alguna del nivel nacional; para eso se analizó el Pacto por la Innovación y el Sistema Nacional de Competitividad.

Función bróker: se definió una escala Likert de 0 a 4 para evaluar el nivel de madurez de las funciones bróker de los agentes de acuerdo con las definidas por Munkongsujarit y

Srivannaboon (2011), siendo 0 la menor calificación y 4 la máxima. Se realizó una validación con expertos y se definió una distinción entre los diferentes tipos de agentes (generadores, transformadores, explotadores o habilitadores), y los que además desarrollan funciones bróker. Adicionalmente, para los brókeres se realizó una clasificación según su nivel de madurez respecto a sus capacidades de gestión de CTi en tres niveles: incipiente, en consolidación y consolidado.

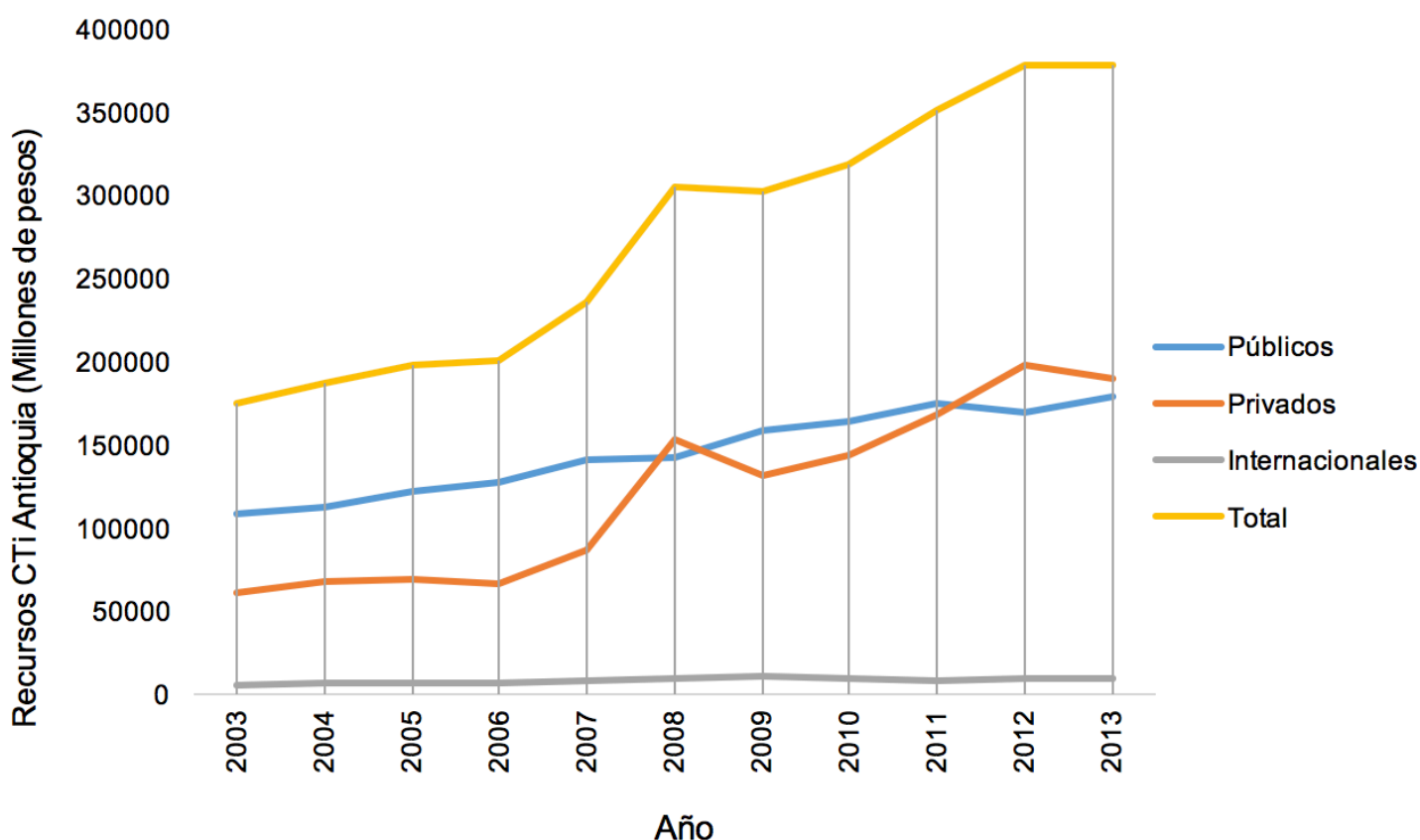
c. Construcción de mapas de los agentes: se georreferenció, mediante levantamiento del Keyhole Markup Zip-KMZ-, a los agentes generadores, transformadores y a aquellos que forman parte del SRI y desempeñan funciones de bróker. Se construyó una geodatabase y la misma se procesó con los criterios anteriores en el software ArcGis 10.4.

3. Resultados

La evolución del SRI del AMVA es paralela a la evolución del SNI colombiano, ya que desde la década de los 90 el país ha venido creando estrategias para dar apoyo al diseño de políticas nacionales en materia de ciencia y tecnología. Colciencias, como principal agente regulador del sistema, ha sufrido cambios que han traído consigo variaciones en sus funciones: fue concebida en sus inicios como un mecanismo de financiación de proyectos de investigación. Hacia el año 1994 fue creada la Subdirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico, orientada a consolidar la política nacional de innovación tecnológica (Salazar & Et al, 2013).

Actualmente, Colciencias es un departamento técnico nacional con estatus de ministerio (Congreso de Colombia, 2009). Cuenta con un sistema de financiación de proyectos de CTi en el marco del Sistema General de Regalías (SGR) (Congreso de Colombia, 2011) a través del denominado Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Desde el año 2012 este fondo recibe el 10 % de los recursos provenientes de las regalías nacionales sobre la extracción de recursos naturales no renovables (Bonet & Urrego, 2014). Cabe destacar que en este modelo de financiación se contempla una nueva mirada de región con afinidad productiva, en vez de región por afinidad geográfica (MEN, 2012).

En Antioquia se han logrado avances significativos en materia de CTi. Se destaca la creación de algunos agentes como el Comité Universidad Empresa Estado (CUEE), Ruta N y la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Gobernación. También se han construido políticas que han dinamizado el Sistema Regional de Innovación y, con ello como se presenta en la Gráfica 2 la financiación de las actividades asociadas a CTi.



En la actualidad, Medellín, eje del AMVA, cuenta con un sistema de innovación eficiente, en el que se destaca el liderazgo de Ruta N, corporación creada en 2009 y reconocida como la agencia local de innovación, que cumple con la función principal de ejecutar el Plan Estratégico de CTi 2011-2021, para transformar la ciudad en “la capital latinoamericana de la innovación”. Dicho plan ha alcanzado importantes reconocimientos y logros, como el obtenido en el año 2013, cuando se calificó a Medellín como la más innovadora del mundo, reconocimiento otorgado por Wall Street Journal, Urban Land Institute y Citigroup (OECD & LEED, 2015), y la celebración del VII Foro Urbano Mundial de ONU-Hábitat en 2014.

3.1. Agentes generadores

Para el año 2016 en el AMVA había registros de 47 instituciones de educación superior (IES), de las cuales 11 corresponden a universidades, 25 a instituciones universitarias o escuelas tecnológicas y 11 a instituciones tecnológicas o de técnica (MEN, 2016). Para el año 2015 se reportaron 690 grupos de investigación; el 94 % de estos estaba en Medellín y el resto estaba distribuido marginalmente en seis de los nueve municipios del AMVA (Colciencias, 2015b).

No todas las IES son generadoras de conocimiento: de las 47 instituciones, se identificaron 32 que cuentan con grupos de investigación categorizados por Colciencias, o sea que cumplen con la función de investigación. De ellas, solo la Universidad EAFIT (EAFIT), la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), la Universidad de Antioquia (UdeA), el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Universidad de Medellín (UdeM), y la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) presentan avances en actividades de gestión de propiedad intelectual, transferencia de tecnología, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, e innovación en educación, condiciones necesarias para que el conocimiento sea generado y posteriormente transferido al SRI (Nuchera, 2008a). El grado de madurez se calificó, como aparece en la metodología y se presenta en la Figura 2, por medio de encuestas realizadas a voceros de estas instituciones. Es de resaltar que el papel de un agente generador dentro de un SRI depende de la capacidad de generar conocimiento, y dicho conocimiento debe ser útil al sistema.

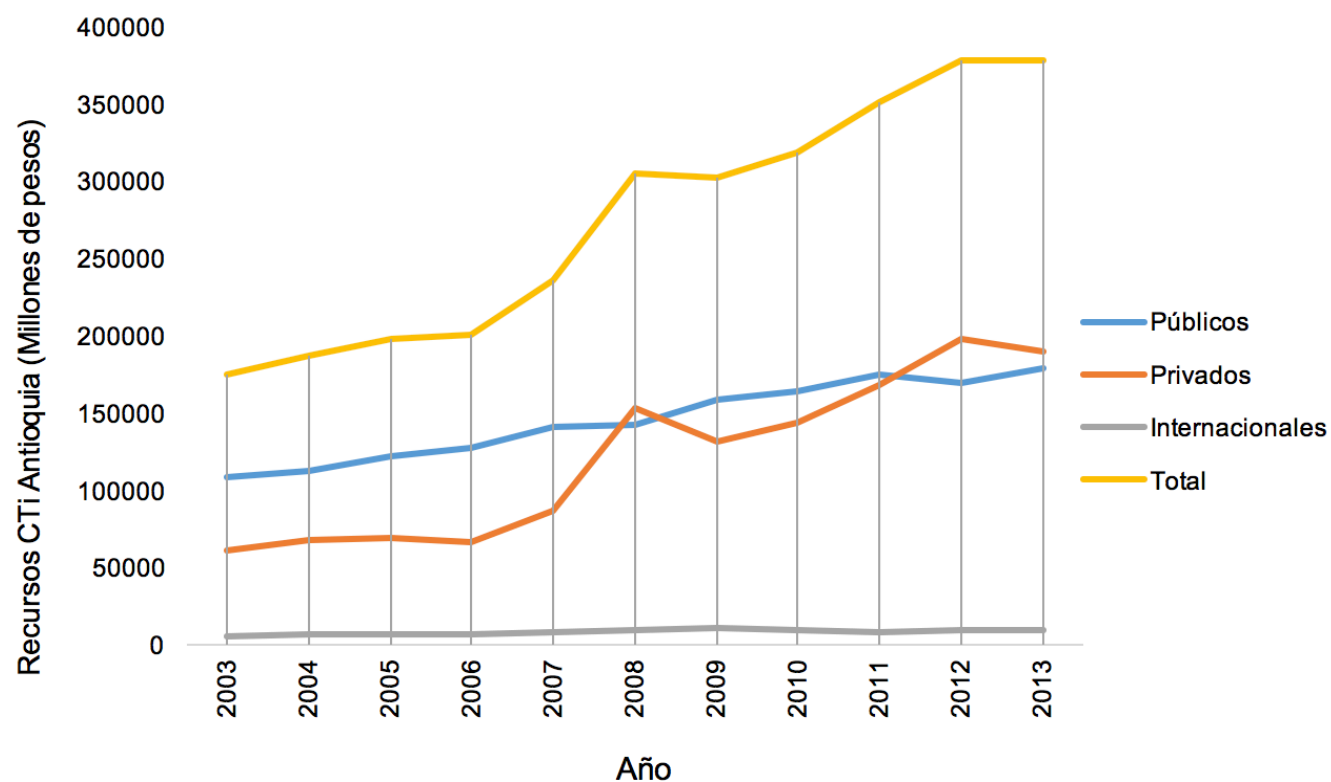


Figura 2 . Mapa de la distribución de los agentes generadores y su nivel de madurez frente a la función de generación de conocimiento.

El 81 % de las IES se encuentra en Medellín, así como el 100 % de las que cumplen con un

nivel consolidado en generación de conocimiento; ello implica que como SRI existe una fuerte concentración geográfica que, para Ferreira et al. (2015), es una condición normal en la consolidación de sistemas de innovación. Sin embargo, desde la política pública, dicha concentración debe corregirse mediante mecanismos de transferencia e irrigación de externalidades positivas a toda la región.

3.2. Agentes transformadores

Para el caso del AMVA, los agentes transformadores han alcanzado un alto grado de especialización en sectores como el energético, el farmacéutico, de gestión ambiental, entre otros, convirtiéndose algunos en referencia nacional e internacional. Colciencias, en el marco de un proceso de reconocimiento de dichos centros, desarrolló una convocatoria en 2016, en la cual se evalúan tres pilares: planeación, capacidad y producción de actividades y productos de CTi (Colciencias, 2013). Los CDT reconocidos para el AMVA fueron (Colciencias, 2016c):

- Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia.
- Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico (Cidet).
- Fundación Intal. Instituto de Ciencia y Tecnología Alimentaria.

Esto no excluye a las otras entidades que buscan el desarrollo tecnológico en el AMVA y presentan avances significativos, según lo reportado en el Mapa de la Innovación (CTA, 2010):

- Alianza Regional en Tecnologías de la Información.
- Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN).
- Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe.
- Corporación Intersoftware.
- Corporación Eco Eficiente (ECO).
- Corporación Calidad.
- Corporación Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica.
- Corporación Centro de la Investigación y Desarrollo de la Industria.
- TecnoParque SENA Medellín.
- Promotora de proyectos Biomédicos (Vitalmed).
- Fundación Parque Tecnológico del Software de Antioquia.
- Instituto para la Exportación y la Moda (Inexmoda).
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

3.3. Agentes explotadores

El papel de las empresas como agentes explotadores en el marco de un SRI es fundamental; sin embargo, no todas lo cumplen, pues deben integrar los procesos de CTi como elemento medular para su competitividad. Según la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia CCMA (2015), el AMVA tiene asentadas en su territorio 101.396 empresas, de las cuales solo 1700 han declarado la innovación como un instrumento de competitividad por medio del PI; de estas, 208 han realizado acciones orientadas a la adquisición de capacidades en innovación, como se presenta en la Tabla 2. Este balance de empresas con vocación innovadora puede parecer pequeño frente al total; sin embargo, hasta hace 10 años solo algunas de las empresas grandes y muy pocas de las medianas declaraban interés en la innovación como herramienta de agregación de valor (DANE, 2015).

Tabla 2 . Empresas (agentes explotadores) del AMVA y proporción con vocación innovadora

Estructura empresarial	Total de empresas	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
Estructura empresarial por tamaño	101.800	88 %	9 %	2 %	1 %

Estructura empresarial por tamaño vinculada al PI	208	20 %	34 %	27 %	20 %
---	-----	------	------	------	------

Fuente: elaboración propia con base en dato de (CCMA, 2015; Ruta N, 2015).

En la Figura 3 se presentan las 208 empresas que participaron del PI y declararon la destinación de un porcentaje de sus ventas a estos procesos. De manera similar a los generadores, la distribución geográfica de los explotadores con perfil innovador tiene una fuerte concentración en Medellín, mientras que los otros nueve municipios cuentan con muy pocas de estas empresas. Dicha distribución obedece a una tendencia de agrupamiento para generar de manera directa o indirecta clúster de empresas innovadoras (Ferreira et al., 2015). Una de las causas es la política particular de la ciudad enfocada al fortalecimiento de las capacidades de innovación, el perfil de mediana y gran empresa asentada en su territorio, y la tendencia a la concentración de la productividad (Angulo et al., 2013).

Ruta N, Centro de Innovación y Negocios de Medellín	Es un centro de innovación y negocios del Municipio de Medellín, EPM y UNE, que potencia nuevos negocios basados en el conocimiento, con participación internacional, a través del fomento, el desarrollo y el fortalecimiento del ecosistema de ciencia.
Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Gobernación	Es la Dirección encargada de diseñar, planear y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos orientados a fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de las empresas y municipios del departamento de Antioquia, con el fin de lograr un territorio con mayor competitividad y productividad.
Comité Universidad Empresa Estado (CUEE)	Es un espacio que facilita la sinergia de voluntades y conocimientos de empresarios, directivos y delegados de universidades, gremios y gobierno local y regional para la formulación de agendas de trabajo en temas de I+D+i en el departamento de Antioquia, que permitan plantear acciones para mejorar la productividad y la competitividad de los sectores productivos estratégicos.
Programa Medellín Digital	Es un programa liderado por la Alcaldía de Medellín, con el apoyo del Ministerio de las TIC y de UNE, que busca fomentar y facilitar el buen uso de las tecnologías de información y comunicación en las diferentes comunidades
Parque del Emprendimiento, Programa Gestión Tecnológica	Es una iniciativa de la Alcaldía de Medellín y la Universidad de Antioquia creada en 2006; propende hacia el fomento de la cultura emprendedora y el apoyo a la creación de empresas con alto valor agregado a partir de las oportunidades de negocio, los resultados de investigación y la actividad académica.
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)	Sus actividades en cuanto a CTi se enmarcan en el programa SENNOVA y se centran en el apoyo a la creación de empresas, la formación en áreas con ventaja para competir, la entrega de recursos técnicos y económicos a empresas para desarrollar proyectos de base tecnológica.
Caja de Compensación Familiar de Antioquia (Comfama)	Es una empresa social de carácter privado, autónoma, vigilada por el Estado colombiano. Ha liderado procesos como Ciudad E, enfocado al fortalecimiento del emprendimiento en la ciudad de Medellín y acciones de fortalecimiento empresarial.
Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia	Es una organización privada, gremial, con ordenamiento legal, dedicada a la prestación de los servicios que requieren los empresarios. Lidera para Antioquia el programa Pactos por la Innovación.
Caja de Compensación Familiar Comfenalco	Es una institución que dedica su quehacer a prestar de forma integral los servicios correspondientes a los regímenes de compensación familiar.

Fuente: Mapa de la Innovación de Medellín (CTA, 2010).

3.5. Los brókeres en el AMVA

En la Figura 4 se pueden identificar 55 agentes que declaran el desarrollo de alguna de las funciones bróker respecto a las características descritas por Howells (2006) y la percepción de su nivel en cada una de las áreas. Luego del ejercicio con expertos y encuestas telefónicas se identificaron 22 instituciones que desempeñan las funciones bróker en el SRI del AMVA con un

nivel de madurez en consolidación o consolidado. Ello puede ser una de las explicaciones de la capacidad que tiene el AMVA como SRI para la gestión y ejecución de recursos en diferentes temáticas relacionadas con CTI.

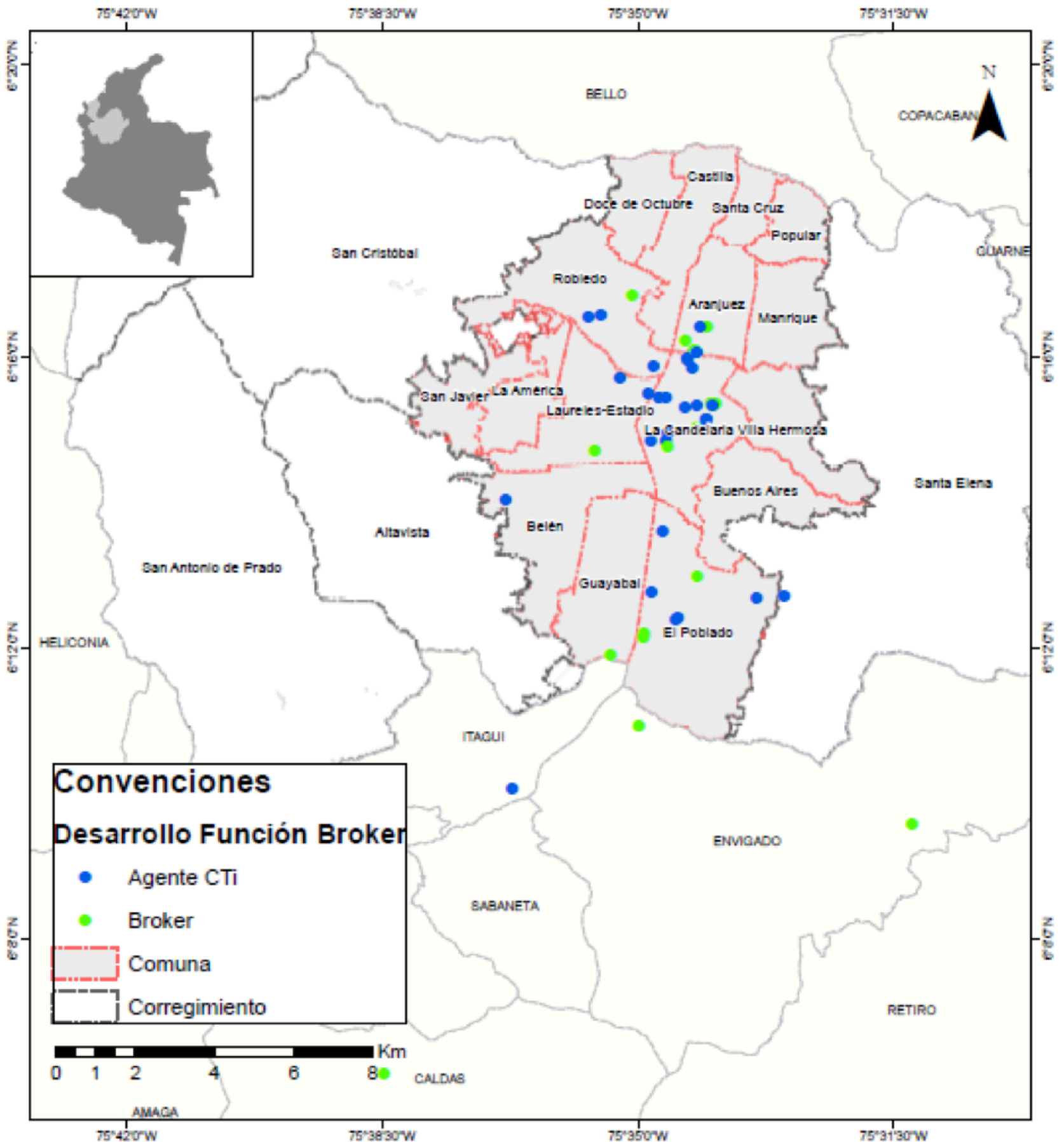


Figura 4 . Mapa con la distribución de los agentes con funciones de bróker del SRI.

3.6. Estructura del SRI en el AMVA

De la caracterización se puede encontrar que el AMVA cuenta con presencia de todos los agentes característicos de un SRI (Montero and Morris, 1999); el nivel de madurez entre perfiles de los agentes es disímil en cuanto a especialización y madurez; sin embargo, es suficiente y presenta las condiciones para evolucionar y consolidar un territorio basado en

conocimiento.

Frente al componente de especialización, se encuentra que el AMVA tiene un territorio de 779,63 K2 y Medellín, con un área de 380,64 K2 (49 %), concentra el 100 % de los generadores en un grado de madurez consolidado (**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**); el 66 % de los agentes transformadores reconocidos por Colciencias (Colciencias, 2016c); el 77 % de los agentes explotadores que forman parte del Pacto por la Innovación (CCMA, 2015; Ruta N, 2015) y el 86 % de los agentes que cumplen con función bróker (**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Lo anterior demuestra que Medellín por sí sola tiene todas las condiciones de SRI; sin embargo, la responsabilidad como AMVA de irradiar los beneficios y las capacidades al resto de los municipios es un elemento que debe aparecer explícito en la política regional. De igual manera, al contar con un SRI del AMVA, las ventajas competitivas y comparativas se pueden potenciar al apalancar como región los beneficios de procesos organizados de CTi y diluir externalidades negativas.

4. Conclusiones

La identificación de los agentes, junto con la georreferenciación de los mismos, permite concluir que existe una concentración física de estos en Medellín como ciudad núcleo; adicionalmente, la medición de las funciones bróker evidencia que los agentes están incorporando a sus funciones con mayor intensidad las relacionadas con intermediación; por otro lado, el nivel de madurez de los brókeres hallado permite inferir que el SRI del AMVA aún está consolidando las condiciones para el desarrollo de los procesos propios de un SI.

Agentes generadores: para un territorio como el AMVA contar con 47 IES es significativo frente a la posibilidad de generación de conocimiento útil para el SI; sin embargo, que solo seis instituciones tengan un nivel de madurez consolidado implica un reto para los agentes, en cuanto a la capacidad de generar conocimiento y que dicho conocimiento se articule al SI.

Agentes explotadores: en una economía de conocimiento como la que busca consolidar el AMVA es fundamental la integración empresarial a los SI, que solo el 0,2 % de las empresas hayan consolidado esfuerzos en innovación se traduce en un llamado para el fortalecimiento de la política de CTi hacia la empresa y del papel que tienen los brókeres como facilitadores de dicha conexión.

Finalmente, los brókeres pese a ser considerados como agentes clave dentro de los SI, se enfrentan a diversas dificultades como la ambigüedad de funciones, la invisibilidad de su contribución, la dificultad para medir su impacto, el entorno socioeconómico que los rodea, entre otros. Es indispensable plantear mecanismos que mejoren la pertinencia de la investigación en relación con las necesidades sociales y económicas de los países, las regiones y las empresas, y es ahí donde deben construirse no sólo políticas a nivel gubernamental sino también empresarial. Esta función la debe asumir el Estado que, según Ávalos (1990), es quien debe actuar como el gestor del ambiente dentro del que se mueven los diferentes agentes del proceso de innovación, asumiendo la responsabilidad de generar contextos dentro de los cuales se tomen las decisiones asociadas al desarrollo tecnológico (Castellanos Domínguez, 2007).

Referencias bibliográficas

Angulo, A.M., Herrera, M.H., Atwi, M., 2013. Análisis de concentración geográfica de la productividad: el caso de las empresas de manufacturas del Valle del Ebro*. Estadística Española, 55, 95-118.

BID, 2011. Los sistemas de innovación en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo.

Bonet, J., Urrego, J., 2014. El Sistema General de Regalías: ¿mejoró, empeoró o quedó igual? Banco la República. CEER, 198, 1-55.

Breton, M., Vencatachellum, D., Zaccour, G., 2006. Dynamic R&D with strategic behavior.

Comput. Oper. Res. 33, 426-437. doi:10.1016/j.cor.2004.06.014.

Castellanos Domínguez, O.F., 2007. Gestión tecnológica. De un enfoque tradicional a la inteligencia. Mendeley Desktop. Bogotá.

Castro, S., Peña, J., Ruiz, A.J., Sosa, J.C., 2014. Estudio intrapaíses de la competitividad global desde el enfoque del doble diamante para Puerto Rico, Costa Rica y Singapur. *Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, 20, 122-130. doi:10.1016/j.iedee.2013.09.001.

CCMA, 2015. Estadísticas Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia.

Chesbrough, H.W., Appleyard, M.M., 2007. Open innovation and strategy. *Calif. Manage. Rev.*, 50, 57-77. doi:10.1002/sml.201000755.

Colciencias, 2016. Centros de investigación y desarrollo tecnológico reconocidos por Colciencias. Bogotá, Colombia.

Colciencias, 2015a. Documento de política nacional de ciencia, tecnología e innovación N.º 1602.

Colciencias, 2015b. Estado de la ciencia en Colombia.

Colciencias, 2013. Guía de evaluación reconocimiento de centros de investigación o desarrollo tecnológico (n.o M201PR05G1). Colombia.

Colciencias., 2012. Resolución 00688 de 2012.

Congreso de Colombia, 2011. Acto legislativo 005 de 2011: por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, se modifican los artículos 360 y 361 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones sobre el régimen de regalías y compensaciones. Acto legislativo. doi:10.1093/nar/gki459.

Congreso de Colombia, 2009. Ley 1286 de 2009: por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en departamento administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia. Congreso de Colombia..

Congreso de Colombia, 1992. Ley 30 de diciembre 28 de 1992: por la cual se organiza el servicio público de la educación superior. Congreso de Colombia, 26.

Consejo Privado de Competitividad, 2013. Índice Departamental de Competitividad 2013.

CTA, 2010. Medellín Ciudad Innovadora. Mapa de la Innovación 2010. Medellín, Colombia.

D'Este, P., Martínez, E.C., Molas-Gallart, J., 2014. Documento de base para un Manual de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico.

Dabos, G.E., Rivero, A.G., 2009. Políticas institucionales para la vinculación tecnológica: nuevos roles en la universidad innovadora, 1-17.

DANE, 2015. Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica [WWW Document]. URL Recuperado de www.dane.gov.co.

DNP. (2015). Compes 3834: Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias. Documento Compes. Bogotá.

Doloreux, D., 2002. What we should know about regional systems\rof innovation. *Technol. Soc*, 24, 243-263. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0160-791X(02)00007-6

Escobar, J.F., Jardón, C.M., Bedoya, I.B., Mosquera, J., 2016. Ciencia, tecnología e innovación y su impacto en la generación de riqueza: análisis del PIB per cápita en 13 países iberoamericanos. *Rev. Espac.* 37, 19.

Ferreira, J.J.M., Fernandes, C.I., Raposo, M.L., 2015. The effects of location on firm innovation capacity. *J. Knowl. Econ.*, 1-20. doi:10.1007/s13132-015-0281-4.

Garay, L.J., 1998. Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. Biblioteca Virtual del Banco de la República.

- Gobernación de Antioquia, 2013. Evolución en Antioquia de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) e investigación y desarrollo (I+D), 2003-2013 (millones de pesos de 2012) [WWW Document]. Anu. Estadístico Antioquia. Recuperado de http://antioquia.gov.co/images/pdf/anuario_2013/es-CO/capitulos/ciencia/departamento/inversion/cp-17-1-1-6.html.
- Gyekye, A.B., Oseifuah, E.K., Vukor-quarshie, G.N.K., 2012. The impact of research and development on socio-economic development: perspectives from selected developing economies. *J. Emerg. Trends Econ. Manag. Sci*, 3, 915-922.
- Howells, J., 2006. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Res. Policy*, 35, 715-728. doi:10.1016/j.respol.2006.03.005.
- Klerkx, L., Leeuwis, C., 2008a). Matching demand and supply in the agricultural knowledge infrastructure: experiences with innovation intermediaries. *Food Policy*, 33, 260-276. doi:10.1016/j.foodpol.2007.10.001.
- Klerkx, L., Leeuwis, C., 2008b. Matching demand and supply in the agricultural knowledge infrastructure: experiences with innovation intermediaries. *Food Policy*, 33, 260-276. doi:10.1016/j.foodpol.2007.10.001.
- Klerkx, L., Proctor, A., 2013. Beyond fragmentation and disconnect: networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. *Land Use Policy*, 30, 13-24. doi:10.1016/j.landusepol.2012.02.003.
- Kline, S.J., Rosenberg, N., 1986. An overview of innovation. *Eur. J. Innov. Manag.*, 38, 275-305. doi:10.1108/14601069810368485.
- Konttinen, J., Smedlund, A., Rilla, N., Kallio, K., van der Have, R., 2011. Knowledge transfer in service business development.
- Lo, Y., Liu, W., Wen, C., 2010. The value added capability of innovation intermediaries in technology transaction markets, 516-521.
- Martínez-Vela, C., 2016. Benchmarking research and technology organizations (RTOs): a comparative analysis. MIT-IPC Working Paper, 16-005.
- MEN, 2012. Sistema General de Regalías. *Educ. Super.*, 921, 20. doi:1794-2446.
- MEN , 2016. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Colombia.
- MEN., 2015. El desafío del desarrollo tecnológico. Centro Visual de Noticias, Ministerio de Educación Nacional, Colombia.
- Montero, C., Morris, P., 1999. Territorio, competitividad sistémica y desarrollo endógeno: metodología para el estudio de los sistemas regionales de innovación (1.a ed.). Santiago de Chile.
- Munkongsujarit, S., Srivannaboon, S., 2011. Key success factors for open innovation intermediaries for SMEs: a case study of iTAP in Thailand, 2, 1605-1612.
- Nuchera, A.H., 2008. El brokerage tecnológico: función clave en la gestión de la innovación 1-16.
- OCDE, 2015. Estudios económicos de la OCDE Colombia 48.
- OCDE, 2014. Estudios de la OCDE de las políticas de innovación. PDF tomado del MinTIC.
- OCDE, Eurostat., 2005. Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, 3rd ed.
- OECD, LEED, 2015. Promoviendo desarrollo sistemas locales innovación. Caso Medellín.
- Partners, H., 2007. Study of the role of intermediaries in support of innovation.
- Pérez Hernández, P., 2009. Contribución de los organismos intermedios a la innovación en México 3. *Bibl. Digit. la Asoc. Latino-Iberoamericana Gestión Tecnológica*, 1, 1-19.

- Roa, J., Weintraub, J., 2013. How innovative is your company's culture? MIT Sloan Manag. Rev., 54, 29-37.
- Robledo Velásquez, J., 2013. Introducción a la gestión de la tecnología y la innovación, 184,190.
- Rothwell, R., 1994. Towards the fifth-generation innovation process. Int. Mark. Rev., 11, 7-31. doi:10.1108/02651339410057491.
- Ruiz Castañeda, W.L., Robledo Velásquez, J., 2013. Evaluación del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: marco de análisis, 1-17.
- Ruta N, 2015. Pacto por la Innovación.
- Salazar, F.A., 2015. Bróker tecnológico para el clúster aeroespacial colombiano (CAESCOL), 1-11.
- Salazar, M., Et al, 2013. Colciencias cuarenta años. Entre la legitimidad, la normatividad y la práctica. Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT). Bogotá, Colombia.
- SNCCTI, 2016. Gobernanza Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación [WWW Document]. Web Of. URL Recuperado de <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/Paginas/SNCEI.aspx>.
- Torres Vargas, A., 2011. Transferencia de tecnología y conocimiento entre centros públicos de investigación y productores agropecuarios: el papel de las instituciones intermediarias para la innovación, 1-14.
- Vásquez, J.M., Bergman, G.R., 2013. La prospectiva tecnológica e industrial: contexto, fundamentos y aplicaciones. Journal of Chemical Information and Modeling. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Velasco, E., Zamanillo, I., Miren, G., 2003. Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. Decis. Organ., 1-15. doi:10.1111/aman.12336.
- Vera-Cruz, A.O., Lackiz, A.R., 2011. Organizaciones intermedias de los sistemas de innovación agrícola: el Caso de las Fundaciones Produce en México.
- Verona, G., 2006. Innovation and virtual environments: towards virtual knowledge brokers. Organ. Stud., 27, 765-788. doi:10.1177/0170840606061073.
- Yang, C., Shyu, J.Z., 2011. The role and typology of innovation intermediation in the context of technological regime and service pattern. En Technology Management in the Energy Smart World (PICMET) (pp. 1-13), 2011, proceedings of PICMET '11..
- Yang, C.H., Shyu, J.Z., 2009. The role and dynamic development of innomediaries in open innovation dynamics, in: PICMET '09 - 2009 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, 312-321. doi:10.1109/PICMET.2009.5262156

-
1. PhD (c) en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: jfescob1@gmail.com
 2. PhD (c), en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. E-mail: mfcarden@unal.edu.co
 3. Estudiante PhD en Administración, Universidad de Misiones, Argentina. MsC en Gestión Tecnológica, UPB. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: indybibiana@gmail.com
 4. MsC en Estudios Urbano Regionales, Universidad Nacional de Colombia. Investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia. E-mail: ljarroya@gmail.com

