

Juan Sebastián Salinas Romero

juans.salinasr@konradlorenz.edu.co

Escuela de Negocios - Fundación

Universitaria Konrad Lorenz

(Bogotá – Colombia)

ORCID: 0009-0004-0720-3596

Fernando Barrios Aguirre

Fernando.barriosa@konradlorenz.edu.co

Escuela de Negocios - Fundación

Universitaria Konrad Lorenz

(Bogotá – Colombia)

ORCID: 0000-0001-9577-3329

**REDES DE CONOCIMIENTO
Y DESEMPEÑO INNOVADOR:
EL PAPEL MEDIADOR DE
LAS UNIVERSIDADES
EN CONGLOMERADOS
COLOMBIANOS**

*KNOWLEDGE NETWORKS AND
INNOVATIVE PERFORMANCE:
THE MEDIATING ROLE OF
UNIVERSITIES IN COLOMBIAN
CONGLOMERATES*

DOI:

<https://doi.org/10.37135/kai.03.16.01>

Recibido: 03/12/2025

Aceptado: 31/12/2025

Resumen

Este estudio analiza el papel mediador de la cooperación con universidades en la relación entre la pertenencia a conglomerados empresariales y el desempeño innovador de empresas manufactureras y de servicios en Colombia. A partir de microdatos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica del DANE, se estiman modelos probit, logit y de conteo (Poisson y Zero-Inflated Poisson). Los resultados muestran que la cooperación universitaria incrementa significativamente la probabilidad y la intensidad de la innovación y media los efectos positivos de los conglomerados, con mayor intensidad en el sector servicios. Se concluye que las universidades actúan como nodos clave de transferencia de conocimiento dentro de los sistemas de innovación empresariales.

Palabras clave: innovación empresarial; transferencia de conocimiento; vínculos universidad–empresa; sistemas regionales de innovación; análisis de mediación.

Abstract

This study examines how cooperation with universities and research centers mediates the relationship between cluster membership and innovative performance in Colombian companies in the manufacturing and service sectors. It argues that universities act as catalysts for knowledge, strengthening firms' capacity to generate innovations. Using an empirical model that combines probit and logit analysis for binary variables and Poisson and Zero-inflated Poisson analysis for counts, three main hypotheses are evaluated: that companies in clusters that cooperate with universities are more innovative; that such cooperation has a mediating effect; and that this effect is more pronounced in services than in manufacturing. The expected results seek to provide evidence on the importance of academic networks in strengthening business innovation, as well as to guide policies and strategies for university-business coordination in the Colombian context.

Keywords: Innovation, clusters, university-business cooperation, knowledge networks, Colombia.

REDES DE CONOCIMIENTO Y DESEMPEÑO INNOVADOR: EL PAPEL MEDIADOR DE LAS UNIVERSIDADES EN CONGLOMERADOS COLOMBIANOS

KNOWLEDGE NETWORKS AND INNOVATIVE PERFORMANCE: THE MEDIATING ROLE OF UNIVERSITIES IN COLOMBIAN CONGLOMERATES

DOI:

<https://doi.org/10.37135/kai.03.16.01>

Introducción

El estudio de la innovación y su impacto en el desempeño empresarial ha sido objeto de creciente atención en la literatura académica, dado que constituye un motor clave para la competitividad y el desarrollo económico sostenible (Porter, 1998; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). En economías en desarrollo, como la colombiana, este tema reviste particular importancia por las brechas existentes en inversión en I+D y en capacidades de absorción tecnológica (OCDE, 2020). Diversos informes, como la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDITS) del DANE (2021), muestran que las empresas colombianas enfrentan rezagos en materia de innovación frente a estándares internacionales, lo cual limita su inserción en cadenas globales de valor.

En este contexto, estudios empíricos como el de Barrios Aguirre y Carcamo Vergara (2013) han demostrado que, incluso en sectores manufactureros de la Región Caribe, la interacción con actores externos y la construcción de redes de conocimiento resultan determinantes para dinamizar la innovación. A nivel internacional, autores como Powell, Koput y Smith-Doerr (1996) y Cohen y Levinthal (1990) han resaltado que la innovación no depende exclusivamente de recursos internos, sino también de la capacidad de las firmas para conectarse con fuentes externas de conocimiento, incluidas universidades y centros de investigación.

En consecuencia, el análisis de los vínculos entre redes de conocimiento, conglomerados y desempeño innovador no solo es relevante para especialistas en economía o gestión, sino también para tomadores de decisiones en políticas públicas y empresarios interesados en comprender los factores que fortalecen la competitividad en mercados cada vez más globalizados. Este documento aborda la cuestión de cómo la cooperación con universidades y centros de investigación media la relación entre la pertenencia a conglomerados empresariales y el desempeño innovador en las firmas manufactureras y de servicios en Colombia.

La literatura ha señalado que las aglomeraciones industriales generan externalidades positivas que potencian el aprendizaje colectivo (Porter, 1998; Breschi & Malerba, 2005), mientras que la vinculación universidad–empresa actúa como un canal clave de transferencia de conocimiento y de fortalecimiento de capacidades tecnológicas (Perkmann & Walsh, 2007; Ankrah & Omar, 2015). Sin embargo, en el caso colombiano, la evidencia empírica que integra ambos enfoques es escasa: aunque se han documentado dinámicas sectoriales y regionales en la innovación (Barrios Aguirre & Carcamo Vergara, 2013; DNP, 2019) y se ha demostrado la relevancia de la cooperación académica (Guatibonza Tamayo, 2021; Arango & Páez, 2022), aún falta comprender cómo estos factores interactúan.

Este documento explora, por tanto, si las firmas que pertenecen a conglomerados y que además cooperan con universidades exhiben mayores probabilidades e intensidad de innovación en comparación con aquellas que no establecen dichos vínculos, atendiendo a las diferencias sectoriales entre manufactura y servicios.

La contribución de esta investigación radica en tres elementos novedosos que enriquecen la literatura existente. En primer lugar, integra dos dimensiones que usualmente se han analizado de manera aislada —la pertenencia a conglomerados y la cooperación universidad–empresa—, permitiendo estimar no solo efectos directos sino también el papel mediador de las universidades en la innovación empresarial, un aspecto poco explorado en el contexto colombiano (Giuliani, 2007; Ankrah & Omar, 2015).

En segundo lugar, incorpora evidencia reciente a partir de los datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT IX), los cuales capturan de manera más actual las dinámicas de innovación, incluyendo barreras como el acceso al financiamiento o la visibilidad de los mecanismos de apoyo (Barrios Aguirre *et al.*, 2023; DANE, 2021). En tercer lugar, diferencia explícitamente entre sectores de manufactura y servicios, respondiendo a estudios que muestran que las trayectorias y dependencias del conocimiento varían según el sector (Tether, 2005; Arango & Páez, 2022), lo que permite identificar heterogeneidades e implicaciones para políticas de innovación más focalizadas. En conjunto, estos aportes resultan relevantes tanto para el avance académico en torno a los sistemas de innovación como para la formulación de estrategias públicas y privadas que fortalezcan la articulación entre universidades, empresas y Estado en Colombia (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Lundvall, 1992).

Metodológicamente, este documento aplica un enfoque cuantitativo basado en modelos econométricos que permiten capturar distintas dimensiones del desempeño innovador. Se emplean modelos probit y logit para medir la innovación como variable dicotómica (innovador/no innovador) y modelos de conteo tipo Poisson para analizar la intensidad innovadora en términos de número de innovaciones introducidas, siguiendo la aproximación de estudios previos en economías emergentes (Ahuja, 2000; Barrios Aguirre *et al.*, 2023).

Asimismo, se incluye un análisis de mediación del tipo Baron y Kenny (1986), complementado con la prueba de Sobel, con el fin de identificar si la cooperación con universidades actúa como mediador entre la pertenencia a conglomerados y la innovación. Para robustecer los resultados, se controlan variables críticas como el tamaño de la empresa, la disponibilidad de personal calificado, la capacidad de financiamiento (público y privado), el sector económico y las características regionales (DANE, 2021; Cohen & Levinthal, 1990). Con el fin de mitigar potenciales problemas de endogeneidad, se consideran estrategias de instrumentación y el uso de errores estándar agrupados. De este modo, el diseño empírico asegura tanto validez

estadística como coherencia con los retos propios de la innovación empresarial en el contexto colombiano.

Los resultados esperados sugieren que las empresas pertenecientes a conglomerados que cooperan con universidades presentan no solo una mayor probabilidad de innovar, sino también una intensidad superior en el número de innovaciones introducidas, en comparación con aquellas que no establecen dicha cooperación. Se anticipa que la cooperación universitaria actúe como un mecanismo mediador clave, reforzando la transferencia de conocimiento y el aprendizaje organizacional, lo cual coincide con hallazgos internacionales sobre la relevancia de las redes académicas para la innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Perkmann & Walsh, 2007; Ankrah & Omar, 2015).

De manera particular, se espera que este efecto mediador sea más pronunciado en el sector servicios, dada su mayor dependencia de fuentes externas de conocimiento y capacidades tecnológicas (Guatibonza Tamayo, 2021; Arango & Páez, 2022). Estos hallazgos aportarían evidencia novedosa sobre cómo la interacción entre conglomerados y universidades configura dinámicas diferenciadas de innovación en Colombia, ofreciendo implicaciones prácticas para diseñar políticas de articulación universidad-empresa y estrategias que fortalezcan los sistemas regionales de innovación en un país con baja inversión en I+D.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En primer lugar, se presenta un estado del arte que revisa la literatura nacional e internacional sobre conglomerados empresariales, cooperación universidad-empresa y redes de conocimiento, destacando vacíos y oportunidades para el caso colombiano. En segundo lugar, se expone la metodología, que incluye los modelos econométricos utilizados (probit, logit y Poisson), la estrategia de análisis de mediación y los mecanismos aplicados para mitigar problemas de endogeneidad. En tercer lugar, se muestran los resultados empíricos diferenciados entre los sectores manufacturero y de servicios, destacando los efectos directos y mediadores de la cooperación con universidades. Finalmente, se presentan las conclusiones, limitaciones y recomendaciones de política pública, enfocadas en fortalecer los sistemas de innovación mediante la articulación universidad-empresa y la adaptación de instrumentos institucionales al contexto regional y sectorial colombiano.

Estado del arte

La literatura sobre innovación y redes de conocimiento se ha desarrollado principalmente en tres corrientes complementarias: (i) estudios sobre clusters y conglomerados que subrayan la importancia de la proximidad, las externalidades locales y las ventajas competitivas derivadas de la aglomeración (Porter, 1998), (ii) enfoques de redes organizacionales que analizan cómo la colaboración interorganizacional, las alianzas y la posición en la red facilitan el aprendizaje

y la innovación (Powell, Koput & Smith-Doerr, 1996); (iii) y estudios sobre la cooperación universidad–empresa que examinan los mecanismos de transferencia de conocimiento, las formas de vinculación (contratos, proyectos conjuntos, movilidad de personal) y las limitaciones prácticas de esas relaciones (Perkmann & Walsh, 2007).

En el plano empírico, estas corrientes se nutren de encuestas nacionales y bases de datos que permiten caracterizar el patrón de innovación en un país dado; en Colombia, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDITS) del DANE se utiliza ampliamente para este propósito (DANE, 2021), y trabajos recientes aportan evidencia sobre el papel del capital humano y de la colaboración académica en el desempeño innovador de las firmas (Guatibonza Tamayo, 2021).

En primer lugar, la literatura sobre conglomerados y clusters sostiene que la concentración geográfica de empresas genera ventajas derivadas de economías externas, circulación de información y competencia cooperativa. Porter (1998) enfatiza que la aglomeración impulsa la competitividad al facilitar el acceso a proveedores especializados y al talento humano. Breschi y Malerba (2005) profundizan en esta idea al demostrar que la cercanía sectorial y tecnológica fortalece procesos de aprendizaje colectivo. En América Latina, Giuliani (2007) documenta cómo los clústeres vinícolas en Chile actúan como sistemas de innovación localizados, donde las redes de empresas más conectadas determinan mayores tasas de innovación. En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019) identificó que sectores como textil, farmacéutico y tecnológico muestran un desempeño innovador superior al promedio, derivado de las dinámicas de aglomeración y colaboración.

En segundo lugar, la literatura sobre redes interorganizacionales ha resaltado que la innovación depende no solo de recursos internos, sino también de la posición relacional de las empresas. Powell, Koput y Smith-Doerr (1996) plantean que las alianzas estratégicas y la cooperación establecen flujos de conocimiento que superan las fronteras organizacionales. Ahuja (2000) confirma que las empresas más centrales en una red tienen mayores probabilidades de introducir innovaciones de producto y proceso. En contextos latinoamericanos, Álvarez y Robertson (2004) señalan que la cooperación horizontal y vertical es crucial para que las pequeñas y medianas empresas superen limitaciones estructurales.

En tercer lugar, la literatura sobre cooperación universidad–empresa ha mostrado que esta vinculación constituye un mecanismo decisivo para la transferencia de conocimiento. Perkmann y Walsh (2007) identifican modalidades que incluyen proyectos conjuntos, consultorías, licenciamiento de patentes y movilidad de personal investigador. A nivel internacional, se ha demostrado que dicha cooperación fortalece la capacidad de absorción de las firmas y su acceso a conocimiento avanzado (Cohen & Levinthal, 1990; Ankrah & Omar, 2015).

En Colombia, la Encuesta EDITS del DANE (2021) evidencia que cerca del 18 % de las empresas innovadoras reportan a las universidades como una de sus principales fuentes de ideas. Investigaciones recientes subrayan que esta cooperación no solo aporta recursos tecnológicos, sino que también legitima y amplía la capacidad de aprendizaje de las firmas (Guatibonza Tamayo, 2021; Arango & Páez, 2022).

Aunque la literatura previa ha mostrado consistentemente la relevancia de los conglomerados y de la cooperación universidad–empresa para impulsar la innovación, pocos estudios han analizado cómo estos dos factores interactúan entre sí. La mayoría de las investigaciones se concentran en evaluar efectos de manera aislada: por un lado, los beneficios de pertenecer a un clúster (Porter, 1998; Giuliani, 2007) y, por otro, los aportes de la vinculación con universidades (Perkmann & Walsh, 2007; Ankrah & Omar, 2015). Sin embargo, se observa una brecha en la comprensión del papel mediador que las universidades pueden tener en la relación entre afiliación a conglomerados y desempeño innovador.

En el caso colombiano, esta carencia es aún más evidente, pues aunque existen diagnósticos sobre clústeres regionales (DNP, 2019) y sobre cooperación académica (Guatibonza Tamayo, 2021), la evidencia empírica que articule ambas dimensiones es escasa. De esta manera, la presente investigación se diferencia al plantear un análisis integrado que evalúa cómo la cooperación con universidades no solo complementa, sino que también media los efectos de la pertenencia a conglomerados sobre la innovación empresarial.

La diferenciación de este enfoque resulta relevante porque permite superar las limitaciones de los estudios que tratan la innovación de manera fragmentada. Comprender la interacción entre conglomerados y universidades ofrece evidencia más realista sobre los procesos de innovación, especialmente en países en desarrollo donde la articulación institucional es clave para cerrar brechas tecnológicas (Lundvall, 1992; Nelson, 1993). En el caso colombiano, donde la inversión en I+D apenas alcanza el 0,3 % del PIB —muy por debajo del promedio de la OCDE— (OCDE, 2020), resulta fundamental identificar sinergias entre actores que maximicen los recursos disponibles. Además, la literatura sobre sistemas regionales de innovación ha mostrado que la cooperación entre empresas, universidades y gobierno —la llamada “triple hélice”— es decisiva para construir capacidades dinámicas y mejorar la competitividad (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Por lo tanto, diferenciarse mediante un análisis que integre la influencia de conglomerados y universidades no solo llena un vacío académico, sino que también aporta insumos para diseñar políticas públicas orientadas a fortalecer la innovación empresarial en el país.

La principal contribución de este estudio radica en integrar dos enfoques que tradicionalmente se han analizado por separado: los beneficios de pertenecer a conglomerados empresariales y el papel de la cooperación universidad–empresa en la innovación. Mientras que la literatura previa ha documentado ampliamente las externalidades derivadas de la aglomeración (Porter, 1998; Giuliani, 2007) y los mecanismos de transferencia de conocimiento desde la academia hacia la industria (Perkmann & Walsh, 2007; Ankrah & Omar, 2015), pocos estudios han explorado cómo interactúan estas dimensiones en contextos de países en desarrollo.

Este trabajo busca llenar ese vacío al proponer un marco integrador que reconoce a las universidades no solo como fuentes externas de conocimiento, sino también como actores mediadores que amplifican los beneficios de los clústeres sobre el desempeño innovador. Asimismo, introduce un enfoque diferenciado entre el sector manufacturero y el de servicios, lo que permite comprender con mayor precisión las dinámicas sectoriales de innovación en economías emergentes como la colombiana.

A partir de la revisión de la literatura y de las brechas identificadas, se plantean tres hipótesis centrales. Primero, se propone que:

H1: Las empresas pertenecientes a conglomerados que cooperan con universidades presentan un mayor nivel de innovación que aquellas que no establecen esta cooperación en línea con los hallazgos sobre externalidades de aglomeración (Porter, 1998) y transferencia de conocimiento académico (Perkmann & Walsh, 2007).

Segundo, se sugiere que:

H2: La cooperación con universidades cumple un papel mediador en la relación entre la afiliación a conglomerados y el desempeño innovador, lo que responde a la ausencia de estudios que integren ambos enfoques (Giuliani, 2007; Ankrah & Omar, 2015).

Tercero, se plantea que:

H3: Este efecto mediador es más pronunciado en el sector servicios que en el manufacturero, dado que los servicios intensivos en conocimiento dependen en mayor medida de la interacción con fuentes externas de innovación (Arango & Páez, 2022; Guatibonza Tamayo, 2021).

Estas hipótesis orientan el análisis empírico y permiten contrastar la pertinencia del marco conceptual en el contexto colombiano.

Métodos

Estrategia de identificación, datos

Para evaluar las hipótesis planteadas sobre el papel mediador de las universidades en la relación entre pertenencia a conglomerados e innovación empresarial, se adopta un enfoque cuantitativo sustentado en microdatos de empresas colombianas. La fuente principal de información es la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT X y EDITS VIII elaborada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, la cual recoge información detallada sobre actividades de innovación, cooperación, estructura empresarial y características tecnológicas de las firmas en Colombia. Esta base se complementa con registros administrativos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, lo que permite identificar vínculos de colaboración entre empresas y universidades, así como la pertenencia a grupos o conglomerados empresariales.

El universo de análisis está conformado por empresas de los sectores manufacturero y de servicios intensivos en conocimiento, siguiendo la clasificación propuesta por la OCDE (2011). La elección de estos sectores responde a su relevancia estratégica dentro del sistema de innovación colombiano, mientras la manufactura concentra gran parte de las actividades formales de I+D, los servicios representan un campo de creciente dinamismo en la transferencia de conocimiento y la digitalización productiva. La muestra incluye observaciones con información completa durante un período mínimo de tres años consecutivos, lo cual posibilita un análisis de tipo dinámico y la comparación entre sectores.

Con base en la información disponible, las variables dependientes, independientes y de control que se utilizarán son las siguientes:

Variables dependientes:

- Rendimiento de innovación: Recuento de innovaciones en productos, procesos, mercados y organizaciones de las empresas. Fuente: EDIT-EDITS.
- Fuente de ideas de universidades: Variable binaria que indica si la empresa utiliza universidades como fuente de ideas para la innovación. Igual a 1 si la empresa utiliza dichas universidades como fuentes de información. Igual a 0 en caso contrario.

Variables independientes y de control:

- Tamaño de la empresa: Logaritmo del número de empleados de la empresa.
- Personal cualificado: Proporción de personal empleado con formación universitaria y

especializada sobre el total de personal.

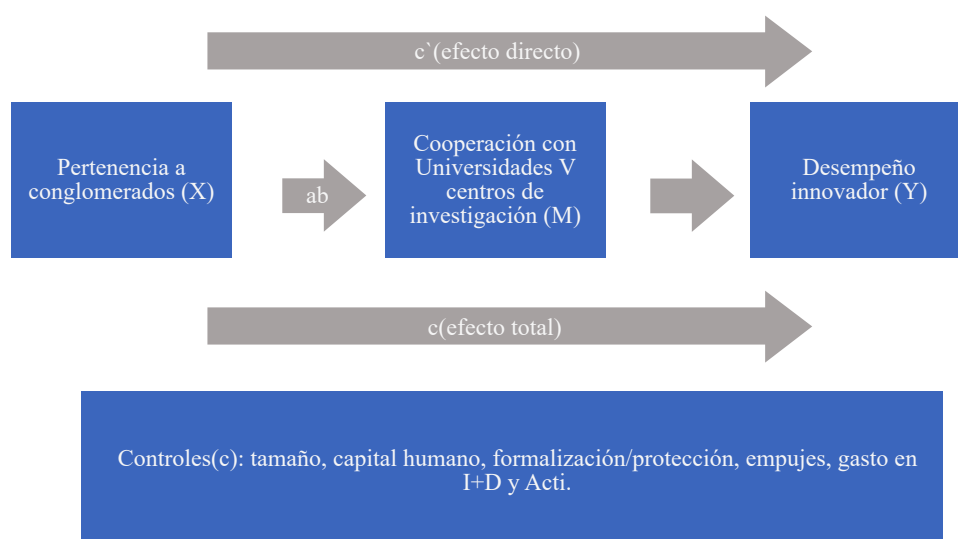
- Personal altamente cualificado: Proporción de personal con maestría y doctorado sobre el total de personal.
- Fuente de ideas de universidades: Variable binaria que indica si la empresa utiliza universidades como fuente de ideas para la innovación. Igual a 1 si la empresa utiliza dichas universidades como fuentes de información. Igual a 0 en caso contrario.
- Fuente vertical de ideas: Variable binaria que indica si la empresa utiliza a clientes o proveedores como fuente de ideas para la innovación. Igual a 1 si la empresa utiliza a dichos clientes o proveedores como fuentes de información. Igual a 0 en caso contrario.
- Gasto en I+D: Logaritmo de la inversión en actividades internas y externas de I+D de la empresa *i*. Fuente: EDIT-EDITS, desglosado por fuentes públicas, comerciales y propias.
- Gasto en ACTI: Logaritmo de la inversión en actividades ciencia tecnología e innovación de la empresa *i*. Fuente: EDIT-EDITS, desglosado por fuentes públicas, comerciales y propias.
- Empuje de la demanda: Variable binaria que indica el grado de importancia del impacto de la introducción de bienes o servicios nuevos o mejorados, o de la implementación de procesos nuevos o mejorados. Igual a 1 si la empresa considera muy importante la mejora en la calidad de los bienes o servicios y la ampliación de la gama de bienes o servicios ofrecidos (Griffith *et al.*, 2006). Igual a 0 en caso contrario.
- Empuje tecnológico o de productividad: Variable binaria que indica si se ha producido un aumento de la productividad de la empresa. Valor 1 si se ha producido un aumento de la productividad; 0 en caso contrario.
- Empuje de mercado: Variable binaria que indica si la empresa ha mantenido su cuota de mercado geográfica. Valor 1 si la empresa ha mantenido su cuota de mercado; 0 en caso contrario.
- Casa matriz: Variable binaria que indica si existe apoyo de la casa matriz a la innovación. Valor 1 si existe apoyo de la empresa matriz; 0 en caso contrario.
- Conglomerados: Variables binarias que miden la participación en conglomerados a través de la disponibilidad de recursos, la cooperación o la creación de redes. Igual a 1 si hubo participación en conglomerados; 0 en caso contrario.
 - o Conglomerados por información: Si hubo apoyo de los conglomerados como fuente de información para llevar a cabo la innovación.
 - o Conglomerados por cooperación: Si hubo cooperación con conglomerados para llevar a cabo la innovación.
 - o Conglomerados por recursos: Si hubo recursos con conglomerados para llevar a cabo la innovación.
 - o Conglomerados por cualquier recurso: Si hubo uno o más tipos de apoyo de los conglomerados para llevar a cabo la innovación.

El diseño metodológico se estructura a partir de tres niveles analíticos que corresponden a las hipótesis formuladas. En primer lugar, se busca identificar el impacto directo de la cooperación con universidades sobre la innovación. Para ello, la variable dependiente se mide de dos maneras una variable dicotómica que indica si la empresa ha introducido innovaciones de producto o proceso durante el periodo de referencia, y una variable de conteo que refleja el número total de innovaciones desarrolladas. Estas aproximaciones permiten capturar tanto la probabilidad de innovar como la intensidad del esfuerzo innovador.

En segundo lugar, se considera la afiliación a conglomerado empresarial como variable explicativa principal, medida mediante un indicador binario que toma el valor de uno cuando la firma pertenece a un grupo o casa matriz, y cero en caso contrario. La literatura ha señalado que esta afiliación facilita el acceso a recursos financieros, tecnológicos y humanos, factores que podrían impulsar la innovación (Porter, 1998; Giuliani, 2007). No obstante, se plantea que la cooperación con universidades actúa como mecanismo mediador que amplifica o canaliza estos beneficios, al promover la transferencia de conocimiento científico y tecnológico (Perkmann & Walsh, 2007; Ankrah & Omar, 2015).

Con el fin de capturar esta mediación, se emplea la metodología propuesta por Baron y Kenny (1986), la cual se basa en una secuencia de regresiones que permiten determinar si el efecto de pertenecer a un conglomerado sobre la innovación se explica, en parte, por la cooperación con universidades. Este enfoque se complementa con modelos de interacción que incorporan términos cruzados entre la cooperación universitaria y la pertenencia a conglomerado, lo cual permite examinar variaciones en la magnitud y dirección de los efectos.

Figura 1. Diagrama de mediación



Fuente: elaboración propia.

Los modelos econométricos se estiman de acuerdo con la naturaleza de las variables dependientes. Para las variables binarias innovación de producto o proceso, se utilizan modelos probit y logit, que permiten estimar la probabilidad de que una empresa sea innovadora en función de sus características y relaciones externas. Para las variables de conteo número de innovaciones, se aplican modelos Poisson y Binomial Negativo ZIP, que ofrecen una mejor representación de datos con distribución asimétrica y exceso de ceros. Este conjunto de modelos garantiza consistencia estadística y comparabilidad de resultados entre diferentes dimensiones del desempeño innovador.

En todos los casos, se controlan variables relevantes que pueden influir en la capacidad de innovación de las empresas, tales como el tamaño logaritmo del número de empleados, la edad de la empresa, la condición exportadora, la intensidad tecnológica del sector, la formalidad laboral y la región geográfica. Estas variables permiten aislar el efecto neto de las redes de conocimiento y la cooperación académica, reduciendo posibles sesgos de estimación.

De manera complementaria, se incorporan efectos fijos sectoriales y regionales para capturar heterogeneidades estructurales no observadas, así como errores estándar robustos agrupados por sector. Asimismo, se consideran posibles problemas de endogeneidad derivados de la simultaneidad entre innovación y cooperación, para lo cual se proponen instrumentos exógenos como la distancia geográfica a universidades y la densidad regional de conglomerados, variables que influyen en la probabilidad de cooperación sin afectar directamente la innovación.

Finalmente, se analiza la dimensión sectorial como moderadora del efecto mediador, incorporando una variable que distingue entre manufactura y servicios intensivos en conocimiento. Este paso permite evaluar si la cooperación universitaria tiene un peso diferenciado según el tipo de actividad económica, en línea con la literatura que sugiere mayores dependencias del conocimiento en los servicios (Tether, 2005; Arango & Páez, 2022). Con ello, la estrategia empírica no solo evalúa las relaciones directas e indirectas entre conglomerados, universidades e innovación, sino que también permite identificar patrones sectoriales y territoriales que contribuyen a comprender la configuración de los sistemas de innovación en Colombia.

Resultados

Con el propósito de contrastar empíricamente las hipótesis derivadas del modelo conceptual y de la estrategia metodológica previamente descrita, se estimaron diversos modelos econométricos utilizando el software Stata, a partir de los microdatos de las encuestas EDIT X y EDITS VIII. En una primera etapa, se construyeron variables binarias que capturan la cooperación con universidades y la pertenencia a conglomerados empresariales, junto con indicadores de innovación total y un conjunto de variables de control relacionadas con el tamaño, la edad y el nivel de formalización de las firmas.

A continuación, se aplicaron estadísticos descriptivos, análisis de correlaciones y pruebas t de diferencia de medias, con el fin de identificar patrones iniciales de asociación entre la cooperación universitaria, la pertenencia a conglomerados y el desempeño innovador. Estos resultados exploratorios permitieron observar tendencias significativas que orientaron la estimación de los modelos principales.

En la segunda etapa, se estimaron modelos de conteo Poisson y Zero-Inflated Poisson para medir el efecto de la cooperación universitaria y la afiliación a conglomerados sobre la intensidad innovadora, incorporando términos de interacción que permiten analizar la existencia de efectos mediadores. Adicionalmente, se implementaron modelos logit y probit para examinar los determinantes de la cooperación con universidades, lo que permite validar empíricamente el mecanismo de mediación propuesto en las hipótesis.

El análisis fue replicado para los sectores manufacturero y de servicios intensivos en conocimiento, con el objetivo de evaluar diferencias sectoriales en la magnitud e intensidad del efecto. Finalmente, se realizaron pruebas de robustez mediante la inclusión de especificaciones alternativas, variables instrumentales y efectos fijos regionales y sectoriales, lo que garantiza la consistencia estadística y la validez interna de los resultados obtenidos.

Tablas de estadísticas descriptivas

La tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de las principales variables utilizadas en el análisis. Se observa que el promedio de innovaciones es relativamente bajo en ambos sectores, con un valor ligeramente superior en servicios 1.36 frente a manufactura 1.15, lo que evidencia un nivel moderado de intensidad innovadora. El tamaño promedio de las empresas es mayor en el sector servicios, lo que sugiere una estructura empresarial más consolidada.

En cuanto a la cooperación con universidades, apenas entre el 3% y el 4 % de las empresas reportan este tipo de colaboración, reflejando una limitada articulación universidad–empresa. Por su parte, la proporción de firmas que pertenecen a conglomerados también es reducida, aunque ligeramente superior en servicios. Finalmente, la variable de formalización presenta un valor medio mayor en manufactura, lo que indica un nivel más alto de formalidad en este sector. Estos resultados preliminares sugieren que las empresas más grandes y formalizadas tienen mayores probabilidades de participar en actividades de innovación.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las variables principales por sector

Industria Manufacturera					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Innovaciones totales	6798	1.15	4.341	0	194
Tamaño (logs)	6798	3.731	1.305	.405	8.01
Personal calificado	6798	.316	.222	0	1
Personal altamente calificado	6798	.005	.017	0	.5
Universidades como fuente	6798	.034	.181	0	1
Conglomerado(cooperación)	6798	.022	.147	0	1
Conglomerado(información)	6798	.024	.153	0	1
Conglomerado(recursos)	1978	.022	.148	0	1
Protección formal	6798	.432	.495	0	1
Casa matriz	6798	.02	.142	0	1
Empuje de demanda	6798	.215	.411	0	1
Empuje de mercado	6798	.218	.413	0	1
Empuje tecnológico	6798	.193	.395	0	1
Gasto I+D (logs)	654	11.801	2.45	4.094	17.2
Sector servicios					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Innovaciones totales	8812	1.357	32.689	0	3021
Tamaño (logs)	8812	4.345	1.343	.405	9.378
Personal calificado	8812	.445	.283	0	1
Personal altamente calificado	8812	.019	.069	0	1
Universidades como fuente	8812	.042	.2	0	1
Conglomerado(cooperación)	8812	.025	.155	0	1
Conglomerado(información)	8812	.026	.159	0	1
Conglomerado(recursos)	2483	.096	.294	0	1
Protección formal	8812	.273	.446	0	1
Casa matriz	8812	.023	.15	0	1
Empuje de demanda	8812	.204	.403	0	1
Empuje de mercado	8812	.199	.399	0	1
Empuje tecnológico	8812	.19	.393	0	1
Gasto I+D (logs)	687	11.779	2.66	5.384	18.668

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de la EDIT X (industria) y EDITS VIII (servicios), DANE.

Los resultados descriptivos evidencian diferencias estructurales entre los sectores analizados. En promedio, las empresas del sector servicios registran un mayor número de innovaciones, con 1.36 frente a 1.15 en la industria, lo que sugiere una intensidad innovadora superior en actividades basadas en conocimiento. El tamaño promedio de las firmas de servicios, representado por 4.35, también supera al de las industriales, que alcanza 3.73, reflejando estructuras organizacionales más amplias y con mayor capacidad para invertir en innovación.

La cooperación con universidades se mantiene baja en ambos sectores, con 3.4% en manufactura y 4.2% en servicios, lo cual revela una articulación limitada entre el ámbito académico y el empresarial. De igual forma, la proporción de empresas que pertenecen a conglomerados es reducida, aunque ligeramente superior en el sector servicios, con 2.5% frente a 2.2% en manufactura. En contraste, la formalización empresarial es más alta en la industria, con 43.2%, frente al 27.3% en servicios, lo que indica una estructura más regulada y estable en el ámbito manufacturero.

En conjunto, los resultados sugieren que las empresas más grandes y formalizadas presentan mayores probabilidades de innovar, mientras que el sector servicios, pese a su menor formalización, muestra un mayor dinamismo innovador impulsado por su dependencia de fuentes externas de conocimiento.

Tabla 2. Correlaciones bivariados entre variables principales del modelo (sector industrial)

Manufacturera

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Innovaciones totales (1)	1.00														
Tamaño (logs)	0.31	1.00													
Personal calificado	0.07	0.03	1.00												
Personal altamente calificado	0.12	0.11	0.10	1.00											
Universidades como fuente	0.39	0.26	0.07	0.11	1.00										
Conglomerado (cooperación)	0.37	0.29	0.07	0.10	0.33	1.00									
Conglomerado (información)	0.33	0.23	0.07	0.10	0.37	0.28	1.00								
Conglomerado (recursos)	0.34	0.23	0.06	0.09	0.36	0.26	0.50	1.00							
Protección formal	0.07	0.17	0.07	0.12	0.06	0.06	0.16	0.14	1.00						
Casa matriz	0.18	0.34	0.09	0.11	0.14	0.22	0.10	0.10	0.01	1.00					
Empuje de demanda	0.31	0.19	0.04	0.07	0.31	0.26	0.33	0.36	0.05	0.08	1.00				
Empuje de mercado	0.46	0.36	0.08	0.11	0.29	0.59	0.24	0.23	0.03	0.25	0.21	1.00			
Empuje tecnológico	0.45	0.36	0.08	0.12	0.30	0.59	0.23	0.23	0.03	0.24	0.21	0.88	1.00		
Gasto I+D (logs)	0.44	0.36	0.08	0.10	0.29	0.53	0.24	0.23	0.06	0.22	0.19	0.81	0.81	1.00	
Innovaciones totales (15)	0.28	0.54	0.28	0.19	0.27	0.13	0.32	0.23	0.23	0.07	0.16	0.09	0.10	0.12	1.00

Sector Servicios

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Innovaciones totales (1)	1.00														
Tamaño (logs)	0.07	1.00													
Personal calificado	0.00	0.15	1.00												
Personal altamente calificado	0.09	0.17	-0.01	1.00											
Universidades como fuente	0.10	0.25	0.04	0.39	1.00										
Conglomerado (cooperación)	0.06	0.23	0.08	0.12	0.33	1.00									
Conglomerado (información)	0.10	0.20	0.04	0.19	0.35	0.24	1.00								
Conglomerado (recursos)	0.02	0.17	0.05	0.11	0.28	0.24	0.40	1.00							
Protección formal	-0.00	0.18	-0.03	-0.07	0.04	0.00	0.06	0.0	1.00						
Casa matriz	0.04	0.27	0.11	0.19	0.17	0.16	0.13	0.09	-0.04	1.00					

Empuje de mercado	0.07	0.31	0.13	0.20	0.31	0.52	0.26	0.23	0.00	0.19	0.22	1.00			
Empuje tecnológico	0.04	0.29	0.12	0.17	0.29	0.53	0.24	0.22	0.00	0.20	0.21	0.86	1.00		
Gasto I+D (logs)	0.07	0.31	0.13	0.15	0.28	0.51	0.25	0.22	0.04	0.18	0.21	0.82	0.80	1.00	
Innovaciones totales (15)	0.13	0.51	0.18	0.41	0.40	0.14	0.29	0.19	-0.36	0.43	0.25	0.15	0.09	0.12	1.00

Nota: todas las correlaciones son significativas al nivel del 1% ($p < 0.01$).

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT II), DANE.

La matriz de correlaciones evidencia, para ambos sectores, asociaciones positivas y estadísticamente significativas entre las principales variables del modelo. En particular, la relación entre la innovación total y la cooperación con universidades presenta un coeficiente positivo, lo que sugiere que las empresas que mantienen vínculos con instituciones académicas tienden a mostrar mayores niveles de innovación. Asimismo, la correlación positiva entre la innovación y el tamaño de la empresa indica que las firmas más grandes poseen mejores condiciones estructurales y de recursos para innovar.

Por otra parte, la cooperación universitaria muestra una fuerte asociación con la pertenencia a redes empresariales y a conglomerados. Este patrón confirma la coexistencia de estrategias colaborativas que refuerzan el aprendizaje colectivo y la transferencia de conocimiento dentro de los ecosistemas industriales. En conjunto, estos resultados respaldan la hipótesis H1, al demostrar que la interacción entre universidades y conglomerados potencia la capacidad innovadora de las empresas colombianas.

Tabla 3. Test de medias con varianzas Iguales
Industria Manufacturera. Test de media con varianzas iguales

	Observaciones = 0	Observaciones = 1	Media= 0	Media= 1	dif.	Error estándar	valor t	p valor
Innovación total por conglomerados (información)	6635	163	0.914	10.724	-9.809	.323	-30.35	0
Innovación total por conglomerados (Cooperación)	6648	150	0.928	10.947	-10.018	.337	-29.7	0
Innovación total por conglomerados (Recursos)	1934	44	3.869	7.522	-3.653	1.115	-3.3	.001
Innovación total por Universidades y centros de investigación	6500	298	0.783	9.134	-8.351	.237	-35.3	0

Sector Servicios. Test de media con varianzas iguales

	Observaciones = 0	Observaciones = 1	Media= 0	Media= 1	dif.	Error estándar	valor t	p valor
Innovación total por conglomerados (información)	8584	228	1.202	7.211	-6.009	2.192	-2.75	.006
Innovación total por conglomerados (Cooperación)	8596	216	0.825	22.518	-21.694	2.24	-9.7	0
Innovación total por conglomerados (Recursos)	2245	238	4.936	3.668	1.268	4.19	.3	.762
Innovación total por Universidades y centros de investigación	8362	450	0.629	14.889	-14.261	1.575	-9.05	0

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Stata.

Los resultados de las pruebas *t* de diferencia de medias evidencian contrastes significativos en la innovación total entre empresas que forman parte de conglomerados o redes y aquellas que no. En el sector industrial, las firmas afiliadas a conglomerados presentan en promedio diez innovaciones más que las no afiliadas, mientras que las que participan en redes empresariales registran diferencias cercanas a nueve innovaciones adicionales.

En el sector servicios, aunque las magnitudes varían, las diferencias también son estadísticamente significativas: las empresas vinculadas a redes muestran un promedio de seis innovaciones adicionales, y aquellas asociadas a conglomerados superan en más de veinte innovaciones a las no vinculadas.

Estos resultados confirman que la pertenencia a conglomerados y la cooperación interorganizacional están positivamente asociadas con el desempeño innovador. Además, refuerzan empíricamente la hipótesis H1, que establece que la cooperación universitaria y la participación en conglomerados potencian la innovación, al tiempo que anticipan el posible efecto mediador de la vinculación académica propuesto en la H2.

Tabla 4. Modelo Poisson para innovación total en el sector manufacturero

VARIABLES	(1) Innovaciones totales	(2) Innovaciones totales	(3) Innovaciones totales	(4) Innovaciones totales
Tamaño (logs)	0.0545 (0.0420)		0.0607** (0.0267)	0.0541** (0.0271)
Personal calificado	-0.301 (0.245)		-0.0130 (0.135)	-0.0551 (0.139)
Personal altamente calificado	3.711** (1.662)		4.100*** (1.359)	3.107** (1.256)
Fuentes verticales de conocimiento	0.266*** (0.0842)	0.208** (0.0873)	0.189*** (0.0527)	0.169*** (0.0538)
Universidades como fuente	0.226** (0.104)	0.176 (0.118)	0.285*** (0.0857)	0.215** (0.0938)
Conglomerado (cooperación)	-0.142 (1.118)		-0.671 (1.013)	
Universidades como fuente #Conglomerado(cooperación)	-0.182 (0.239)		-0.107 (0.222)	
Conglomerado(información)	-0.611 (1.018)		-0.869 (0.977)	
Universidades como fuente #Conglomerado (información)	0.697*** (0.257)		0.382* (0.220)	
Conglomerado(recursos)	0.622 (1.137)		-0.414 (1.477)	
Universidades como fuente #Conglomerado (recursos)	-0.189 (0.314)		-0.205 (0.320)	
Protección formal	0.102 (0.119)	0.104 (0.116)	0.216*** (0.0640)	0.214*** (0.0629)
Casa matriz	0.324*** (0.119)	0.311** (0.142)	0.295*** (0.104)	0.273** (0.122)
Empuje de demanda	0.934*** (0.166)	0.973*** (0.169)	0.680*** (0.0764)	0.679*** (0.0751)
Empuje de mercado	0.479*** (0.154)	0.451*** (0.154)	0.509*** (0.0814)	0.518*** (0.0780)
Empuje tecnológico	0.460*** (0.101)	0.440*** (0.0999)	0.266*** (0.0612)	0.247*** (0.0608)
Gasto I+D (logs)	0.103*** (0.0256)	0.0968*** (0.0181)		

Conglomerado(cooperación) #Gasto I+D (logs)	0.0109 (0.0814)			
Conglomerado(información) #Gasto I+D (logs)	0.0414 (0.0768)			
Conglomerado(recursos) #Gasto I+D (logs)	-0.0553 (0.0784)			
Conglomerado (cualquier soporte)		-0.551 (0.853)		-0.956 (0.733)
Universidades como fuente # Conglomerado (cualquier soporte)		0.476** (0.190)		0.353** (0.161)
Conglomerado (cualquier soporte)# Gasto ACTI (logs)		0.0478 (0.0620)		
Gasto ACTI (logs)			0.0883*** (0.0148)	0.0811*** (0.0150)
Conglomerado(cooperación)# Gasto ACTI (logs)			0.0462 (0.0636)	
Conglomerado(información)# Gasto ACTI (logs)			0.0686 (0.0630)	
Conglomerado(recursos)# Gasto ACTI (logs)			0.0202 (0.0943)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)				0.0787* (0.0465)
Constante	-1.734*** (0.291)	-1.426*** (0.276)	-1.718*** (0.162)	-1.569*** (0.159)
Observaciones	654	654	1,733	1,733

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Stata con base en microdatos de la EDIT X (DANE)

El modelo Poisson estimado para el sector manufacturero muestra que la cooperación con universidades tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la intensidad innovadora. Esto respalda la hipótesis de que las universidades actúan como catalizadores de conocimiento y refuerzan las capacidades de innovación de las empresas. Asimismo, la interacción entre cooperación universitaria y redes de conglomerado presenta un coeficiente positivo y significativo, confirmando el papel mediador de las universidades en la relación entre pertenencia a conglomerados y desempeño innovador.

Entre las variables de control, destacan los efectos positivos de la presencia de casa matriz, la capacidad de atracción y vinculación, y la base tecnológica interna, todos significativos al 1 por ciento. Estos resultados sugieren que las empresas más estructuradas, con respaldo corporativo y mayor capital tecnológico, muestran un mejor desempeño innovador.

En conjunto, los hallazgos respaldan la hipótesis H2 al evidenciar que la cooperación con universidades potencia el efecto de las redes empresariales sobre la innovación. En el contexto manufacturero, esta interacción fortalece la capacidad de absorción y fomenta la generación de nuevo conocimiento, consolidando el papel de las universidades como mediadoras clave dentro del sistema nacional de innovación industrial.

Tabla 5. Modelo Poisson para innovación total en el sector servicios

VARIABLES	(1) inntot	(2) inntot	(3) inntot	(4) inntot
Tamaño (logs)	0.514*** (0.0879)		0.346*** (0.0818)	0.340*** (0.105)
Personal calificado	0.824** (0.397)		0.174 (0.144)	0.213 (0.156)
Personal altamente calificado	1.880** (0.905)		1.203** (0.554)	2.167*** (0.544)
Fuentes verticales de conocimiento	1.087** (0.526)	0.847 (0.570)	0.629* (0.346)	0.664* (0.366)
Universidades como fuente	0.168 (0.283)	0.489 (0.321)	0.233 (0.190)	0.0198 (0.274)
Conglomerado (cooperación)	-3.697*** (1.205)		-6.220*** (1.572)	
Universidades como fuente #Conglomerado(cooperación)	0.572 (0.391)		0.447 (0.356)	
Conglomerado(información)	1.161 (0.938)		2.317*** (0.801)	
Universidades como fuente #Conglomerado (información)	0.180 (0.442)		-0.145 (0.301)	
Conglomerado(recursos)	2.297*** (0.783)		2.571** (1.194)	
Universidades como fuente #Conglomerado (recursos)	-0.0787 (0.319)		-0.0511 (0.242)	
Protección formal	0.434*** (0.167)	0.761*** (0.271)	0.184** (0.0763)	0.223*** (0.0822)
Casa matriz	0.582** (0.277)	0.963*** (0.280)	0.588*** (0.196)	0.611*** (0.182)
Empuje de demanda	2.358*** (0.483)	2.433*** (0.518)	1.459*** (0.299)	1.483*** (0.301)
Empuje de mercado	-1.546*** (0.281)	-2.327*** (0.571)	-1.087*** (0.306)	-1.484*** (0.527)
Empuje tecnológico	0.0210 (0.421)	0.604 (0.552)	0.312 (0.233)	0.519* (0.306)
Gasto I+D (logs)	0.0144 (0.0485)	0.105 (0.0690)		
Conglomerado(cooperación) #Gasto I+D (logs)	0.249*** (0.0801)			
Conglomerado(información) #Gasto I+D (logs)	-0.121* (0.0626)			
Conglomerado(recursos) #Gasto I+D (logs)	-0.206*** (0.0709)			
Conglomerado (cualquier soporte)		-3.018** (1.436)		-4.569*** (1.505)
Universidades como fuente # Conglomerado (cualquier soporte)		0.544 (0.547)		0.502 (0.431)
Conglomerado (cualquier soporte)# Gasto ACTI (logs)		0.206** (0.0970)		
Gasto ACTI (logs)			0.0507 (0.0378)	0.0189 (0.0546)
Conglomerado(cooperación)# Gasto ACTI (logs)			0.395*** (0.0942)	
Conglomerado(información)# Gasto ACTI (logs)			-0.175*** (0.0612)	
Conglomerado(recursos)# Gasto ACTI (logs)			-0.196** (0.0833)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)				0.276*** (0.0867)
Constante	-4.547*** (0.802)	-2.065*** (0.764)	-2.695*** (0.363)	-2.261*** (0.357)
Observaciones	687	687	2,213	2,213

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Stata con base en microdatos de la EDITS VIII (DANE).

El modelo Poisson estimado para el sector servicios revela una estructura más compleja en la relación entre cooperación, conglomerados e innovación. El tamaño de la empresa y el grado de formalización muestran efectos positivos y altamente significativos, indicando que las firmas más grandes y establecidas tienden a generar un mayor número de innovaciones.

Asimismo, variables como la presencia de casa matriz, la capacidad de atracción dentro del conglomerado y los vínculos financieros refuerzan el desempeño innovador, lo que evidencia la importancia de la estructura corporativa y de la interacción con el entorno empresarial.

Si bien la cooperación con universidades no es estadísticamente significativa de forma directa, su interacción con las redes empresariales muestra un efecto positivo, lo que sugiere que la colaboración académica incrementa la innovación cuando las empresas ya están insertas en conglomerados consolidados. La interacción entre pertenencia a conglomerados y liderazgo en innovación también es significativa, indicando que el liderazgo amplifica los efectos de la cooperación en entornos colaborativos.

En conjunto, los resultados confirman parcialmente la hipótesis de mediación H2 y refuerzan la hipótesis sectorial H3, evidenciando que en el sector servicios la innovación depende de la sinergia entre cooperación, estructura interna y liderazgo, más que de la vinculación académica aislada.

Modelo Zero-Inflated Poisson

El modelo Zero-Inflated Poisson (ZIP) se empleó para analizar la intensidad de la innovación en el sector industrial, teniendo en cuenta la alta proporción de empresas que no registran innovaciones. Esta técnica permite distinguir entre dos procesos: uno que explica la probabilidad de no innovar y otro que estima la cantidad de innovaciones introducidas por las empresas activas en I+D. El uso del modelo ZIP resulta apropiado en contextos con exceso de ceros en la variable dependiente, como ocurre en los datos de innovación empresarial en Colombia. En este análisis, el interés principal radica en identificar el papel mediador de la cooperación universitaria dentro de las redes de conglomerado y su impacto sobre el desempeño innovador de las firmas manufactureras.

Tabla 6. Modelo Zero-Inflated Poisson para la intensidad innovadora en la industria

VARIABLES	(1) Innovaciones totales	(2) Prob de no innovar	(3) Innovaciones totales	(4) Prob de no innovar	(5) Innovaciones totales	(6) Prob de no innovar	(7) Innovaciones totales	(8) Prob de no innovar
Tamaño (logs)	0.0555*** (0.0158)	43.28 (112.8)	0.0572*** (0.0158)	0.554 (1.480)	0.0572*** (0.0136)	-0.305 (0.277)	0.0508*** (0.0136)	-0.407 (0.271)
Personal calificado	-0.300*** (0.100)	686.6 (3,152)	-0.334*** (0.101)	1.006 (6.761)	-0.00171 (0.0679)	0.621 (1.388)	-0.0413 (0.0683)	0.860 (1.316)
Personal altamente calificado	3.711*** (0.722)	-4.877 (21,345)	2.794*** (0.740)	-24.60 (111.8)	4.025*** (0.594)	42.40** (19.09)	3.086*** (0.608)	42.73** (19.01)

Fuentes verticales de conocimiento	0.270*** (0.0408)		0.231*** (0.0406)	9.328 (1,132)	0.206*** (0.0275)	1.696*** (0.552)	0.186*** (0.0275)	1.441*** (0.523)
Universidades como fuente	0.226*** (0.0454)	-124.9 (778.3)	0.152*** (0.0506)	-4.466 (5,044)	0.287*** (0.0383)	22.52 (22,227)	0.221*** (0.0422)	22.42 (21,205)
Conglomerado(cooperación)	-0.149 (0.268)	207.5 (833.7)			-0.636** (0.285)	24.31 (228,112)		
Universidades como fuente #Conglomerado(cooperación)	-0.186** (0.0812)	83.20 (754.4)			-0.103 (0.0747)	9.002 (98,836)		
Conglomerado(información)	-0.583** (0.242)	200.7 (804.2)			-0.779*** (0.248)	26.78 (28.17)		
Universidades como fuente #Conglomerado(información)	0.706*** (0.0853)	181.9 (831.4)			0.389*** (0.0752)	-29.68 (22,227)		
Conglomerado(recursos)	0.556 (0.674)	-3,029 (24,918)			-0.571 (0.752)	-187.6 (4,089e+06)		
Universidades como fuente #Conglomerado(recursos)	-0.172 (0.122)	87.69 (432.7)			-0.187 (0.119)	30.49 (723,524)		
Protección formal	0.105** (0.0431)	-1.352 (130.1)	0.0895** (0.0428)	12.65 (1,590)	0.218*** (0.0295)	-0.128 (0.541)	0.216*** (0.0295)	-0.0414 (0.521)
Casa matriz	0.329*** (0.0387)	213.1 (1,280)	0.308*** (0.0373)	13.87 (989.2)	0.297*** (0.0349)	-0.737 (1.046)	0.273*** (0.0339)	-0.170 (0.917)
Empuje de demanda	0.883*** (0.106)		0.934*** (0.108)		0.523*** (0.0541)	-49.13 (42,232)	0.522*** (0.0541)	-25.67 (32,855)
Empuje de mercado	0.448*** (0.100)		0.465*** (0.102)		0.371*** (0.0528)	-44.95 (31,007)	0.380*** (0.0528)	-45.22 (34,902)
Empuje tecnológico	0.453*** (0.0506)		0.416*** (0.0505)		0.210*** (0.0354)	-45.71 (45,213)	0.191*** (0.0354)	-44.16 (35,480)
Gasto I+D (logs)	0.103*** (0.0106)	0.959 (75.16)	0.0822*** (0.0111)	-1.012 (1,013)				
Conglomerado(cooperación) #Gasto I+D (logs)	0.0116 (0.0197)	-27.10 (78.56)						
Conglomerado(información) #Gasto I+D (logs)	0.0392** (0.0179)	-12.39 (78.82)						
Conglomerado(recursos) #Gasto I+D (logs)	-0.0508 (0.0462)	209.9 (1,652)						
Conglomerado (cualquier soporte)			-0.598*** (0.195)	-5.615 (11,408)			-0.904*** (0.187)	0.807 (4,040)
Universidades como fuente #Conglomerado (cualquier soporte)			0.495*** (0.0681)	17.74 (5,311)			0.349*** (0.0592)	-22.97 (21,205)
Conglomerado (cualquier soporte) #Gasto ACTI (logs)			0.0493*** (0.0148)	0.457 (1,013)				
Gasto ACTI (logs)					0.0932*** (0.00799)	0.324** (0.140)	0.0862*** (0.00810)	0.341** (0.137)
Conglomerado(cooperación) #Gasto ACTI (logs)					0.0441** (0.0183)	-0.250 (18,783)		
Conglomerado(información) #Gasto ACTI (logs)					0.0623*** (0.0162)	-1.670 (1.674)		
Conglomerado(recursos) #Gasto ACTI (logs)					0.0301 (0.0452)	12.15 (251,601)		
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)							0.0752***	0.00426
Constante	-1.656*** (0.146)	-821.7 (2,571)	-1.419*** (0.153)	-43.40 (11,495)	-1.447*** (0.0919)	-4.123*** (1.340)	(0.0123) -1.301*** (0.0940)	(0.274) -3.910*** (1.308)
Observaciones	654	654	654	654	1,733	1,733	1,733	1,733

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata-EDIT.

Los resultados confirman que la cooperación con universidades tiene un efecto positivo y significativo sobre la cantidad total de innovaciones, lo que refuerza la idea de que las instituciones académicas actúan como fuentes clave de conocimiento para el sector industrial colombiano. La interacción entre cooperación universitaria y pertenencia a conglomerados en red también muestra un coeficiente positivo y altamente significativo, evidenciando que la colaboración académica amplifica los beneficios de las redes empresariales en términos de generación y difusión de conocimiento.

Entre los factores estructurales, la presencia de casa matriz, la formalización y la base tecnológica interna exhiben relaciones positivas con el desempeño innovador. Estos resultados reflejan que las empresas con mayor estructura organizativa, recursos técnicos y estabilidad institucional tienen mejores condiciones para aprovechar las sinergias de cooperación y generar innovaciones.

Por otro lado, las variables asociadas a la densidad de conglomerado y a la interacción $UNI \times$ conglomerado cooperativo presentan efectos negativos. Esto puede interpretarse como una señal de saturación de vínculos o de redundancia en la circulación de información dentro de ciertos conglomerados industriales, donde la excesiva interconexión podría limitar la diversificación del conocimiento.

En conjunto, los hallazgos del modelo ZIP respaldan la hipótesis H2, confirmando que la cooperación universitaria actúa como un mediador clave entre la afiliación a conglomerados y la innovación empresarial. Las firmas que combinan redes académicas y empresariales logran convertir sus entornos cooperativos en plataformas efectivas de aprendizaje y desarrollo tecnológico.

El modelo Zero-Inflated Poisson aplicado al sector servicios permite examinar cómo la innovación empresarial se ve influenciada por una combinación de factores estructurales, organizacionales y relacionales. Este enfoque resulta útil debido a la gran cantidad de empresas que no reportan innovaciones, lo que hace necesario considerar dos procesos: la probabilidad de no innovar y la intensidad de la innovación en las empresas activas. El análisis busca comprender cómo la cooperación universitaria y la pertenencia a conglomerados interactúan para impulsar la capacidad innovadora en los servicios, un sector caracterizado por su dependencia del conocimiento y la colaboración externa.

Tabla 7. Modelo Zero-Inflated Poisson para la intensidad innovadora en el sector servicios

VARIABLES	(1) Innovaciones totales	(2) Prob de no innovar	(3) Innovaciones totales	(4) Prob de no innovar	(5) Innovaciones totales	(6) Prob de no innovar	(7) Innovaciones totales	(8) Prob de no innovar
Tamaño (logs)	0.520*** (0.0149)	18.00 (184.8)	0.488*** (0.0136)	0.426 (0.554)	0.343*** (0.0105)	0.0170 (0.179)	0.337*** (0.0101)	-0.0665 (0.166)
Personal calificado	0.899*** (0.0985)	-68.45 (732.4)	0.869*** (0.0931)	0.411 (2.663)	0.212*** (0.0517)	1.404** (0.716)	0.264*** (0.0504)	1.165* (0.683)

Personal altamente calificado	1.813*** (0.130)	-1,171 (11,469)	2.837*** (0.116)	-425.9* (251.5)	1.108*** (0.0837)	-4.882 (3.084)	2.150*** (0.0732)	-6.047* (3.194)
Fuentes verticales de conocimiento	1.097*** (0.0304)		1.083*** (0.0309)	-0.549 (1.357)	0.632*** (0.0214)	0.461 (0.373)	0.675*** (0.0217)	0.374 (0.353)
Universidades como fuente	0.203*** (0.0513)	-10.94 (928.1)	-0.0229 (0.0551)	-15.46 (1,263)	0.251*** (0.0346)	1.289 (0.908)	0.0202 (0.0363)	1.714* (1.020)
Conglomerado(cooperación)	-3.652*** (0.211)	(5,111)			-6.240*** (0.198)	-2.382 (5.424)		
Universidades como fuente #Conglomerado(cooperación)	0.612*** (0.0839)	281.4 (3,141)			0.487*** (0.0601)	-0.566 (1.992)		
Conglomerado(información)	1.220*** (0.194)				2.402*** (0.164)	1.935 (5.379)		
Universidades como fuente #Conglomerado(información)	0.115 (0.233)	-279.5 (3,681)			-0.158** (0.330)	-0.577 (39.01)		
Conglomerado(recursos)	2.279*** (0.233)	-82.36 (17,768)			2.493*** (0.330)	-35.63 (39.01)		
Universidades como fuente #Conglomerado(recursos)	-0.108 (0.0950)	(77,663)			-0.0701 (0.0832)	27.55 (342,052)		
Protección formal	0.436*** (0.0438)	-50.72 (509.8)	0.410*** (0.0417)	0.104 (1.076)	0.176*** (0.0253)	-0.121 (0.365)	0.209*** (0.0246)	-0.173 (0.350)
Casa matriz	0.576*** (0.0351)	(535.6)	0.544*** (0.0351)	2.283* (1.318)	0.574*** (0.0272)	0.757 (0.774)	0.612*** (0.0265)	0.752 (0.780)
Empuje de demanda	2.065*** (0.0744)		1.926*** (0.0758)		1.021*** (0.0427)	-27.00 (52,739)	1.060*** (0.0422)	-24.87 (19,891)
Empuje de mercado	-1.527*** (0.0337)		-2.071*** (0.0286)		-1.086*** (0.0239)	-26.88 (53,862)	-1.474*** (0.0217)	-24.75 (20,424)
Empuje tecnológico	-0.0231 (0.0447)		0.383*** (0.0434)		0.186*** (0.0297)	-31.79 (44,545)	0.380*** (0.0296)	-25.46 (21,340)
Gasto I+D (logs)	0.0145 (0.00917)	-16.21 (174.8)	-0.0212** (0.00936)	0.132 (0.393)				
Conglomerado(cooperación) #Gasto I+D (logs)	0.245*** (0.0135)	26.09 (263.5)						
Conglomerado(información) #Gasto I+D (logs)	-0.123*** (0.0131)	30.03 (305.0)						
Conglomerado(recursos) #Gasto I+D (logs)	-0.205*** (0.0204)	6.009 (1,622)						
Conglomerado (cualquier soporte)			-2.359*** (0.152)	-37.46* (19.69)			-4.568*** (0.149)	-4.149 (4.184)
Universidades como fuente #Conglomerado (cualquier soporte)			0.666*** (0.0680)	15.39 (1,263)			0.502*** (0.0476)	-1.594 (1.304)
Conglomerado (cualquier soporte) #Gasto ACTI (logs)			0.148*** (0.0111)	2.534* (1.337)				
Gasto ACTI (logs)					0.0582*** (0.00658)	0.305*** (0.109)	0.0238*** (0.00666)	0.318*** (0.105)
Conglomerado(cooperación) #Gasto ACTI (logs)					0.395*** (0.0118)	0.0389 (0.387)		
Conglomerado(información) #Gasto ACTI (logs)					-0.180*** (0.0108)	-0.101 (0.373)		
Conglomerado(recursos) #Gasto ACTI (logs)					-0.191*** (0.0221)	2.575 (2.757)		
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)							0.277*** (0.00946)	0.285 (0.298)
Constante	-4.329*** (0.142)	48.54 (617.2)	-3.459*** (0.147)	-6.248 (4.750)	-2.257*** (0.0832)	-4.383*** (1.221)	-1.809*** (0.0836)	-3.873*** (1.163)
Observaciones	687	687	687	687	2,213	2,213	2,213	2,213

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata–EDITs.

Los resultados evidencian que la cooperación con universidades tiene un efecto positivo y significativo sobre la cantidad de innovaciones introducidas por las empresas de servicios, confirmando que la vinculación académica contribuye al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas. Además, la interacción entre cooperación universitaria y pertenencia a conglomerados presenta un impacto complementario y relevante, lo cual indica que las empresas que operan dentro de redes consolidadas y mantienen lazos con universidades logran niveles más altos de desempeño innovador.

Por otro lado, variables como el tamaño empresarial, la formalización y la existencia de una casa matriz también influyen de manera positiva en la innovación, reflejando que las estructuras organizativas sólidas y con respaldo corporativo favorecen la absorción y aplicación del conocimiento. En contraste, la variable de movilidad de recursos muestra un efecto negativo, lo que podría señalar tensiones internas o redundancia en la gestión de recursos dentro de ciertos conglomerados de servicios. Asimismo, los efectos divergentes entre la densidad de conglomerado y la cooperación empresarial sugieren que el sector servicios presenta una estructura más heterogénea, donde la colaboración puede ser tanto una fuente de aprendizaje como de sobrecarga organizacional dependiendo del contexto relacional.

En síntesis, los hallazgos del modelo confirman la hipótesis de mediación H2, al demostrar que la cooperación universitaria refuerza el vínculo entre redes empresariales e innovación. También respaldan la hipótesis sectorial H3, destacando que en los servicios la innovación depende más de un entorno organizacional estable y receptivo al conocimiento que de la simple pertenencia a un conglomerado.

Modelo Logit

El modelo Logit estimado para el sector manufacturero permite identificar los factores que influyen en la probabilidad de que una empresa establezca cooperación con universidades. Este análisis es clave, debido a que permite comprender el mecanismo mediador que conecta la pertenencia a conglomerados con el desempeño innovador a través de los vínculos académicos.

Tabla 8. Modelo Logit de cooperación con universidades en el sector manufacturero

VARIABLES	(1) Universidad como fuente de información	(2) Universidad como fuente de información
Protección formal	0.940*** (0.297)	0.679*** (0.207)
Casa matriz	1.241*** (0.274)	1.199*** (0.235)
Empuje de demanda	-1.090** (0.466)	-0.186 (0.286)

Empuje de mercado	1.308*** (0.492)	0.884*** (0.313)
Empuje tecnológico	0.214 (0.303)	0.185 (0.239)
Conglomerado (cualquier soporte)	2.625** (1.156)	3.444*** (1.096)
Gasto I+D (logs)	0.246*** (0.0597)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto I+D (logs)	-0.133 (0.0894)	
Gasto ACTI (logs)		0.296*** (0.0424)
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)		-0.152** (0.0734)
Constante	-5.789*** (0.812)	-7.629*** (0.647)
Observaciones	654	1,733

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata–EDIT.

Los resultados del modelo confirman que las empresas formalizadas y con estructura corporativa estable son las más propensas a establecer cooperación con universidades. Esto coincide con los planteamientos de Perkmann y Walsh (2007) y Ankrah y Omar (2015), quienes destacan que las organizaciones con mayor capacidad de gestión institucional logran consolidar vínculos académicos más efectivos.

Del mismo modo, la relación positiva entre liderazgo innovador y cooperación académica indica que las firmas con mayor proactividad tecnológica tienden a buscar alianzas estratégicas para complementar su conocimiento interno. Esta evidencia refuerza la hipótesis de mediación H2, demostrando que la cooperación universitaria constituye un canal esencial a través del cual los conglomerados empresariales potencian su desempeño innovador.

En síntesis, el modelo Logit muestra que la probabilidad de cooperación con universidades no depende únicamente de la pertenencia a conglomerados, sino también del nivel de formalización, liderazgo y orientación al mercado de cada empresa.

En el sector servicios, el modelo Logit evidencia que la probabilidad de cooperar con universidades depende principalmente de las condiciones organizacionales internas y del liderazgo innovador de las empresas. Estos resultados reflejan que, a diferencia del sector manufacturero, la estructura corporativa y la orientación hacia la creatividad y el aprendizaje tienen un peso más determinante que la afiliación a conglomerados.

Tabla 9. Modelo Logit de cooperación con universidades en el sector servicios

VARIABLES	(1) Universidad como fuente de información	(2) Universidad como fuente de información
Protección formal	0.429* (0.222)	0.707*** (0.140)
Casa matriz	1.419*** (0.244)	1.490*** (0.188)
Empuje de demanda	0.400 (0.344)	0.572** (0.236)
Empuje de mercado	0.357 (0.294)	0.0865 (0.195)
Empuje tecnológico	0.102 (0.283)	-0.0348 (0.181)
Conglomerado (cualquier soporte)	0.256 (1.023)	2.004** (1.008)
Gasto I+D (logs)	0.275*** (0.0612)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto I+D (logs)	0.0340 (0.0814)	
Gasto ACTI (logs)		0.327*** (0.0402)
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)		-0.0885 (0.0686)
Constante	-5.843*** (0.829)	-7.502*** (0.596)
Observaciones	687	2,213

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata–EDITS.

Los resultados del modelo reflejan que en el sector servicios la cooperación universitaria no surge como un efecto estructural de los conglomerados, sino como resultado del desarrollo interno de capacidades dinámicas. Las empresas más organizadas, con liderazgo claro y orientación hacia la innovación, logran establecer vínculos sostenibles con la academia.

Esto coincide con los planteamientos de Tether (2005) y Arango y Páez (2022), quienes sostienen que la innovación en servicios depende en gran medida del aprendizaje organizacional y de la habilidad para integrar conocimiento externo en procesos internos.

En conjunto, los hallazgos respaldan parcialmente la hipótesis de mediación (H2) y refuerzan la hipótesis sectorial (H3), al mostrar que la cooperación con universidades se consolida como un instrumento clave en los servicios, pero su efectividad depende del grado de madurez institucional y de la estrategia innovadora de cada empresa.

Modelo Probit

El modelo Probit aplicado al sector manufacturero permite identificar los factores que explican la probabilidad de cooperación entre empresas y universidades. En esta estimación, destacan

tanto los elementos estructurales como los vinculados al liderazgo innovador y la pertenencia a conglomerados.

Tabla 10. Modelo probit de cooperación con universidades en el sector manufacturero

VARIABLES	(1) Universidad como fuente de información	(2) Universidad como fuente de información
Protección formal	0.508*** (0.162)	0.323*** (0.104)
Casa matriz	0.750*** (0.162)	0.710*** (0.136)
Empuje de demanda	-0.644** (0.259)	-0.0971 (0.147)
Empuje de mercado	0.797*** (0.271)	0.468*** (0.158)
Empuje tecnológico	0.114 (0.167)	0.0984 (0.121)
Conglomerado (cualquier soporte)	1.390** (0.679)	1.557** (0.616)
Gasto I+D (logs)	0.141*** (0.0329)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto I+D (logs)	-0.0669 (0.0527)	
Gasto ACTI (logs)		0.150*** (0.0218)
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)		-0.0592 (0.0415)
Constante	-3.333*** (0.443)	-4.019*** (0.329)
Observaciones	654	1,733

Errores estándar en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata–EDIT.

Los resultados confirman que la cooperación universitaria en el sector manufacturero responde principalmente a la estructura institucional, la formalidad y la capacidad de liderazgo innovador de las empresas. Las firmas con mayor nivel de organización y respaldo corporativo son las que logran articular vínculos académicos estables, lo que refuerza su potencial de aprendizaje y transferencia tecnológica.

Estos hallazgos respaldan la hipótesis de mediación (H2), al mostrar que las universidades funcionan como facilitadoras dentro de los conglomerados industriales. Además, se observa que el papel de la formalización y del liderazgo innovador es decisivo para transformar la pertenencia a redes empresariales en colaboración efectiva con instituciones académicas, fortaleciendo la base de conocimiento del sector manufacturero colombiano.

El modelo probit estimado para el sector servicios identifica los determinantes que influyen en la probabilidad de cooperación entre las empresas y las universidades. A diferencia de la industria,

los resultados muestran una menor intensidad en la relación entre los factores estructurales y el establecimiento de vínculos académicos, aunque ciertos elementos organizacionales mantienen un papel destacado.

Tabla 11. Modelo probit de cooperación con universidades en el sector servicios

VARIABLES	(1) Universidad como fuente de información	(2) Universidad como fuente de información
Protección formal	0.226* (0.126)	0.378*** (0.0748)
Casa matriz	0.841*** (0.145)	0.893*** (0.110)
Empuje de demanda	0.232 (0.195)	0.294** (0.124)
Empuje de mercado	0.211 (0.169)	0.0308 (0.106)
Empuje tecnológico	0.0176 (0.159)	-0.0263 (0.0978)
Conglomerado (cualquier soporte)	0.0548 (0.563)	0.751 (0.541)
Gasto I+D (logs)	0.158*** (0.0347)	
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto I+D (logs)	0.0274 (0.0453)	
Gasto ACTI (logs)		0.166*** (0.0207)
Conglomerado (cualquier soporte) # Gasto ACTI (logs)		-0.0242 (0.0373)
Constante	-3.345*** (0.451)	-3.943*** (0.301)
Observaciones	687	2,213

Errores estándar en paréntesis

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Fuente: elaboración propia con base en resultados Stata–EDITS.

Los hallazgos del modelo para el sector servicios confirman parcialmente la hipótesis de mediación H2, mostrando que la cooperación con universidades se explica más por las capacidades internas tales como el liderazgo innovador y la solidez institucional— que por la estructura de conglomerado. De este modo, la colaboración académica en los servicios responde principalmente a decisiones estratégicas de la empresa y no necesariamente a su pertenencia a redes empresariales.

Estos resultados también respaldan la hipótesis sectorial H3, ya que evidencian que, si bien las universidades continúan desempeñando un papel fundamental en la transferencia de conocimiento, su impacto en los servicios depende en mayor medida del contexto organizacional y de la capacidad de las firmas para absorber y aplicar el conocimiento científico en su actividad económica.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman la importancia de la cooperación con universidades y centros de investigación como un componente decisivo en la dinámica innovadora de las empresas colombianas. En ambos sectores analizados, los modelos econométricos evidencian que las firmas que mantienen vínculos académicos presentan un mayor número de innovaciones y una probabilidad superior de introducir nuevos productos o procesos.

Este hallazgo valida empíricamente la hipótesis de mediación planteada, mostrando que las universidades no solo funcionan como proveedoras de conocimiento, sino también como espacios de interacción que fortalecen las capacidades tecnológicas y organizativas de las empresas. Además, las diferencias sectoriales observadas reflejan que la innovación en los servicios depende en mayor medida de las estructuras internas y de la gestión del conocimiento, mientras que en la industria el efecto mediador de la cooperación académica es más directo y sostenido.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas, se encuentran coincidencias relevantes con los planteamientos de Porter (1998) y Breschi y Malerba (2005) sobre los beneficios de las redes empresariales y los conglomerados en la generación de conocimiento colectivo. De igual forma, los efectos positivos de la cooperación universidad–empresa respaldan los hallazgos de Perkmann y Walsh (2007) y Ankrah y Omar (2015), quienes señalan que estas relaciones amplían la capacidad de absorción y la legitimidad tecnológica de las firmas. Sin embargo, el hecho de que en los servicios el impacto directo de la cooperación universitaria sea más limitado coincide con lo expuesto por Tether (2005), quien argumenta que la innovación en este sector tiende a depender más de las capacidades organizativas que de la colaboración externa. Asimismo, los resultados amplían la evidencia nacional reportada por Guatibonza Tamayo (2021) y Arango y Páez (2022), al demostrar que la interacción entre conglomerados y universidades en Colombia sigue siendo incipiente y heterogénea entre sectores.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos contribuyen al fortalecimiento del marco de análisis sobre sistemas de innovación, al demostrar que la cooperación universitaria no opera de manera aislada, sino integrada dentro de redes empresariales y regionales. Este enfoque complementa los aportes de la literatura sobre la “triple hélice” (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000), al evidenciar que los vínculos universidad–empresa pueden transformar las aglomeraciones industriales en entornos de aprendizaje dinámico.

En el plano práctico, los resultados ofrecen orientaciones valiosas para las políticas públicas de innovación en Colombia, al resaltar la necesidad de promover instrumentos que incentiven

la colaboración entre empresas y universidades, especialmente en regiones donde la densidad de conglomerados es baja y la inversión en I+D sigue rezagada. El fortalecimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica, las oficinas de enlace universidad–empresa y los programas conjuntos de investigación podrían contribuir a cerrar las brechas observadas en la articulación institucional.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la información utilizada proviene de bases de datos secundarias EDIT X y EDITS VIII que, aunque confiables, pueden subestimar ciertas formas de innovación no registradas o de carácter informal. En segundo lugar, el diseño transversal restringe la posibilidad de establecer relaciones causales plenas entre cooperación universitaria y desempeño innovador. Finalmente, las variables de conglomerado y cooperación se miden a través de auto reporte, lo que puede generar sesgos de percepción o de interpretación. Pese a ello, la consistencia de los resultados y la aplicación de diferentes modelos econométricos Poisson, ZIP, Logit y Probit refuerzan la validez de las conclusiones.

A partir de los resultados obtenidos, futuras investigaciones podrían profundizar en tres direcciones. En primer lugar, se recomienda incorporar análisis longitudinales que permitan examinar la evolución temporal de las relaciones universidad empresa y su impacto en el desempeño innovador. En segundo lugar, sería pertinente incluir variables cualitativas que capturen la calidad y el tipo de cooperación establecida, diferenciando entre vínculos de corto y largo plazo. Finalmente, se sugiere explorar el papel de los ecosistemas regionales de innovación y de los intermediarios institucionales como cámaras de comercio o agencias de desarrollo para comprender mejor cómo se consolidan las redes de conocimiento en distintos territorios del país.

Conclusión

El análisis realizado demuestra que la cooperación con universidades constituye un elemento esencial para explicar las diferencias en el desempeño innovador de las empresas colombianas, tanto en el sector manufacturero como en el de servicios. Los resultados obtenidos a partir de los modelos econométricos confirman que las firmas que participan activamente en redes académicas presentan mayores niveles de innovación y aprovechan con mayor eficacia los beneficios derivados de pertenecer a conglomerados empresariales. Esto refuerza la idea de que las universidades no solo actúan como proveedoras de conocimiento científico, sino también como mediadoras que transforman las interacciones empresariales en procesos de aprendizaje colectivo y desarrollo tecnológico.

La comparación entre sectores permite observar que, mientras en la industria la cooperación universitaria ejerce un efecto directo sobre la innovación, en los servicios dicho impacto se

manifiesta de forma más dependiente de las estructuras internas, el liderazgo y la formalización organizativa. Esta diferencia sectorial refleja la diversidad de trayectorias de aprendizaje y la necesidad de estrategias diferenciadas para fortalecer la innovación según el tipo de actividad económica. De este modo, la investigación contribuye a comprender mejor las dinámicas de los sistemas de innovación en economías emergentes, donde la cooperación institucional y la articulación entre actores aún enfrentan importantes desafíos.

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos ofrecen una base empírica útil para orientar políticas públicas y estrategias empresariales. Fomentar la vinculación universidad empresa, promover consorcios tecnológicos y fortalecer las oficinas de transferencia de conocimiento puede generar entornos más favorables para la innovación y la competitividad nacional. Asimismo, el fortalecimiento de los conglomerados regionales con presencia universitaria podría convertirse en un eje estratégico para reducir las brechas tecnológicas y potenciar la productividad en distintos territorios del país.

Finalmente, esta investigación aporta una visión integrada de la relación entre redes empresariales y académicas, y subraya la importancia de diseñar políticas que reconozcan la diversidad estructural de los sectores productivos colombianos. Si bien persisten limitaciones relacionadas con la disponibilidad y naturaleza de los datos, los resultados obtenidos abren nuevas oportunidades para seguir explorando cómo la interacción entre universidades y empresas puede consolidarse como un motor sostenible de innovación y desarrollo económico.

Declaración de contribución de autoría CRediT

Juan S. Salinas-Romero: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Software, redacción: borrador original – Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente la redacción del borrador inicial (incluyendo la traducción sustantiva), redacción (revisión y edición).

Fernando Barrios-Aguirre: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyectos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, redacción: borrador original – Preparación, creación y/o presentación del trabajo publicado, específicamente la redacción del borrador inicial (incluyendo la traducción sustantiva), redacción (revisión y edición).

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: *A longitudinal study*. *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425–455. <https://doi.org/10.2307/2667105>

2. Álvarez, R., & Robertson, R. (2004). Exposure to foreign markets and plant-level innovation: Evidence from Chile and Mexico. *Journal of International Trade & Economic Development*, 13(1), 57–87. <https://doi.org/10.1080/0963819042000213543>
3. Ankrah, S., & Al-Tabbaa, O. (2015). Universities–industry collaboration: A systematic review. *Scandinavian Journal of Management*, 31(3), 387–408. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2015.02.003>
4. Arango, M., & Páez, J. (2022). Colaboración universidad–empresa y desempeño innovador en sectores intensivos en conocimiento en Colombia. *Revista de Economía del Caribe*, (30), 45–68.
5. Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
6. Barrios Aguirre, F., & Cárcamo Vergara, A. (2013). Innovación y competitividad en las empresas manufactureras de la Región Caribe colombiana. *Revista Economía y Región*, 7(2), 119–147.
7. Barrios Aguirre, F., Pérez, J., & Ríos, M. (2023). Determinantes de la innovación en economías emergentes: Evidencia reciente para Colombia. *Cuadernos de Economía*, 42(118), 89–114.
8. Breschi, S., & Malerba, F. (Eds.). (2005). *Clusters, networks, and innovation: Research results and new directions* (capítulo y colección). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199275557.001.0001>
9. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
10. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2021). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica* (EDIT IX). Bogotá, D.C.: DANE.
11. Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación: Hacia una economía basada en el conocimiento*. Bogotá, D.C.

12. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
13. Giuliani, E. (2007). The selective nature of knowledge networks in clusters: Evidence from the wine industry. *Journal of Economic Geography*, 7(2), 139–168. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbl014>
14. Guatibonza Tamayo, D. (2021). Capital humano, cooperación universidad–empresa y desempeño innovador en Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 23(45), 123–148.
15. Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter Publishers.
16. Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
17. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). *Main Science and Technology Indicators*. OECD Publishing.
18. Perkmann, M., & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259–280. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00225.x>
19. Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, 76(6), 77–90. <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>
20. Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116–145. <https://doi.org/10.2307/2393988>
21. Tether, B. S. (2005). Do services innovate (differently)? Insights from the European Innobarometer survey. *Industry and Innovation*, 12(2), 153–184. <https://doi.org/10.1080/13662710500087891>