

# Mercados y Negocios

1665-7039 printed

2594-0163 on line

Year 27, n. 58, May-August (2026)

## Financial Resources, The National Science and Technology System, and Innovation Performance: Colombian Manufacturing Firms<sup>1</sup>

*Recursos financieros, Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y desempeño innovador: evidencia en la manufactura colombiana*

<https://doi.org/10.32870/myn.vi58.8047>

Camilo Arciniegas Pradilla

Universidad del Tolima (Colombia)

[caarciniegasp@ut.edu.co](mailto:caarciniegasp@ut.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-7382-5263>

Oscar Hernán López Montoya

Universidad del Tolima (Colombia)

[ohlopezm@ut.edu.co](mailto:ohlopezm@ut.edu.co)

<http://orcid.org/0000-0002-7033-3009>

Octavio Hernández Castorena

Universidad Autónoma de Aguascalientes (México)

[octavio.hernandezc@edu.uaa.mx](mailto:octavio.hernandezc@edu.uaa.mx)

<http://orcid.org/0000-0002-2609-6616>

Received: December 3, 2025

Accepted: March 6, 2026

### ABSTRACT

This study presents a theoretical model that analyses the relationship between financial resources, the National Science and Technology System, and innovation performance in Colombian manufacturing companies. Four hypotheses were formulated and approved, demonstrating a positive relationship between these factors. The research was based on an empirical, cross-sectional sample of 1,572 units, whose data were analysed using the PLS-SEM statistical package. The results confirm that the proposed theoretical model is acceptable and significant, suggesting that financial resources and the support of the science and technology system have a crucial impact on the innovation capacity of Colombian companies. Furthermore, the proposed theoretical model, derived from an integrated design of three factors informed by the theoretical consultation, aims to serve as a reference for future studies across different sectors and regions where manufacturing companies operate.

Keywords: Financial Resources, National Science and Technology System, Innovation Performance, Manufacturing.

Jel Code: O31, O32, O38.

<sup>1</sup> Traducción de la versión en inglés usando Grammarly en apoyo a la política de multilingüismo.



**RESUMEN**

En este estudio se presenta un modelo teórico que analiza la relación entre los recursos financieros, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el desempeño de la innovación en las empresas manufactureras de Colombia. Para ello, se formularon cuatro hipótesis que se validaron, lo que evidenció una relación positiva entre dichos factores. La investigación se basó en una muestra empírica y transversal de 1572 unidades, cuyos datos se analizaron con el paquete estadístico PLS-SMART. Los resultados confirman que el modelo teórico propuesto es aceptable y significativo, lo que sugiere que los recursos financieros y el apoyo del sistema de ciencia y tecnología tienen un alto impacto en la capacidad de innovación de las empresas colombianas. Además, el modelo teórico propuesto, derivado de un diseño integrado de tres factores a partir de la búsqueda de literatura especializada, pretende ser de referencia para futuros estudios en diferentes sectores y regiones donde operen las empresas manufactureras.

Palabras clave: recursos financieros, sistema nacional de ciencia y tecnologías, desempeño en la innovación, manufactura.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas se enfrentan a unas exigencias cada vez mayores por parte de los consumidores, lo que las obliga a satisfacer expectativas cada vez más elevadas. Para seguir siendo competitivas, deben proponer continuamente productos, servicios, modelos de negocio y estrategias de marketing innovadores que aporten un valor añadido real (Chatzinikolaou & Vlados, 2026). Este proceso de mejora continua exige que las organizaciones se adapten constantemente, alineando sus capacidades internas con las necesidades y expectativas de sus clientes. Además, la innovación empresarial se ve reforzada cuando las empresas colaboran estrechamente con los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, lo que les permite acceder a conocimientos clave, infraestructura y apoyo técnico para impulsar sus innovaciones. Sin embargo, para responder de manera eficaz a estas demandas del mercado y desarrollar soluciones creativas, las empresas también necesitan los recursos financieros necesarios para sostener sus procesos de innovación y desarrollo tecnológico (Kim, 2024; Chervinska et al., 2025; Yogantara et al., 2025).

El entorno empresarial actual se ve sometido a una presión cada vez mayor por parte de los clientes, que exigen a las empresas satisfacer sus necesidades de manera óptima. Esto también plantea interrogantes sobre cómo las organizaciones toman sus decisiones de financiación, sobre todo teniendo en cuenta que la innovación implica invertir recursos con la expectativa de obtener una buena rentabilidad. Un marco fundamental para comprender estas decisiones es la teoría de la jerarquía de financiación (Pecking Order Theory) (Myers & Majluf, 1984; Konstantinos & Werner, 2025), basada en la asimetría de información entre los directivos y los inversores externos. Esta teoría sostiene que las empresas siguen una jerarquía de preferencias a la hora de elegir sus fuentes de financiación: recurren inicialmente a las ganancias retenidas, luego a la deuda y, como último recurso, a la emisión de acciones. Esta teoría postula que las empresas prefieren las fuentes internas debido a los menores costes derivados de la asimetría de información. Sin embargo, en el caso de las pymes manufactureras, objeto de este estudio, este escenario no refleja plenamente su realidad. Estas empresas se ven afectadas por los costes de transacción, las asimetrías de información, los altos tipos de interés, la disminución de los beneficios debido a la crisis de la COVID-19 y los obstáculos para obtener financiación externa. Por lo tanto, estos factores las obligan a buscar fuentes de financiación que no siguen necesariamente el orden propuesto por la teoría del orden de preferencia.

Dado que la teoría de la jerarquía de preferencias tiene dificultades para explicar adecuadamente las decisiones de financiación de las pymes manufactureras, resulta más adecuado recurrir a la teoría del racionamiento crediticio, tal y como demuestran Jin y otros (2024). Esta teoría explica que las restricciones financieras de las microempresas y las

pequeñas empresas se deben principalmente a la asimetría de la información en el mercado crediticio. Los prestamistas, incapaces de evaluar con precisión el riesgo crediticio de estas empresas, imponen restricciones al acceso al crédito, lo que limita su capacidad para financiarse, incluso cuando están dispuestas a pagar tipos de interés más altos o a aportar garantías adicionales. Además, la teoría del racionamiento crediticio (Rebel et al., 2024; Stiglitz & Weiss, 1981) complementa estos argumentos al destacar las dificultades a las que se enfrentan las pymes para acceder a la financiación externa debido a la asimetría de información entre prestamistas y prestatarios. En este caso, los bancos y otras instituciones financieras restringen el acceso al crédito, incluso para empresas solventes, debido a los riesgos percibidos y a la falta de información precisa sobre su situación financiera. Por lo tanto, las pymes se enfrentan a tipos de interés elevados o a una contracción de los beneficios debido a fenómenos inflacionistas creados artificialmente por los prestamistas.

Además, algunos estudios han analizado los elementos que impulsan el rendimiento innovador, teniendo en cuenta tanto los factores internos como los externos. Entre los factores externos, estudios recientes han descrito la importancia de alinear las capacidades y expectativas de los diferentes actores como un elemento esencial para garantizar su funcionamiento eficaz (Broekel & Bednarz, 2018; Capone & Lazzeretti, 2018; Wang, Feng & Liu, 2024; Mingting et al., 2020; Guo et al., 2022). En Colombia, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) opera como un marco integrado de leyes, políticas, estrategias y metodologías que coordina los recursos humanos, materiales y financieros entre los sectores público y privado. Este sistema, liderado por Minciencias, tiene como objetivo promover el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, contribuyendo así a la competitividad y la productividad del país (Heredia y Mesa, 2018). Dentro del SNCT, los actores participantes crean un conjunto diverso de vínculos y flujos, con el objetivo de configurar un ecosistema de innovación. Entre los factores internos, destacan aspectos como la cultura organizacional, la gestión del conocimiento, las capacidades dinámicas y la disponibilidad de recursos financieros y humanos (Pincheira & Araujo, 2023).

Por lo tanto, la inversión en I+D desempeña un papel fundamental, ya que articula ambos tipos de factores, lo que permite a las empresas aprovechar su capacidad innovadora. En este sentido, una gestión eficaz de los recursos financieros y humanos es clave para facilitar los procesos de investigación y desarrollo, aumentando así el potencial de innovación empresarial (Shi et al., 2019; Xiao & Wang, 2025). Según Demirkan (2018), las pymes con mayores recursos financieros tienden a aprovechar mejor las oportunidades externas e invertir más en innovación que aquellas con limitaciones. Además, los recursos ociosos que superan los necesarios para las operaciones básicas también tienen un impacto positivo en la innovación.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la relación entre los recursos financieros (RF) y el sistema nacional de ciencia y tecnología y el rendimiento innovador (RI) en las pymes manufactureras (Figura 1). Para explorar esta relación, el estudio busca responder a las siguientes preguntas: ¿son conscientes los directivos o propietarios de este tipo de empresas de la importancia de invertir constantemente en innovación? ¿Y comprenden bien las necesidades de sus clientes? El artículo se estructura en seis secciones. La primera sección introduce el tema y desarrolla el problema de investigación. La segunda sección presenta la revisión bibliográfica y los marcos teóricos que explican los conceptos fundamentales. La tercera sección detalla la metodología, mostrando el proceso utilizado para la recopilación y el análisis de datos. La cuarta sección presenta los principales resultados y la comprobación de hipótesis. La quinta sección profundiza en la discusión, y la última sección ofrece conclusiones, implicaciones y propuestas de investigación futura.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

Tal y como se ha expuesto en la sección anterior, la teoría de la jerarquía de financiación (Konstantinos & Werner, 2025) sostiene que las empresas siguen un orden jerárquico a la hora de priorizar sus fuentes de financiación. Según esta teoría, las empresas recurren primero a las ganancias retenidas, luego a la deuda y, por último, a la emisión de acciones. Aunque este enfoque resulta útil para explicar las decisiones financieras de las empresas, no siempre se ajusta a la realidad de las pymes manufactureras debido a las imperfecciones del mercado y a las dificultades a las que estas empresas suelen enfrentarse a la hora de acceder al crédito. En este contexto, la teoría del racionamiento del crédito (Rebel et al., 2024) resulta especialmente relevante para las pymes. Esta teoría aborda cómo las asimetrías de información entre prestamistas y prestatarios limitan el acceso al crédito, incluso para empresas potencialmente solventes. En el caso de las pymes manufactureras, estas limitaciones pueden explicar las dificultades que encuentran para financiar sus procesos de innovación y su impacto en el rendimiento innovador.

Aunque las teorías anteriores explican las cuestiones financieras, la innovación en las organizaciones también debe explicarse a la luz de la teoría de la visión basada en los recursos (RBV) (Grant & Yeo, 2024), que postula que las variaciones en el rendimiento organizativo pueden atribuirse a los recursos y las capacidades. Estos recursos y capacidades deben ser valiosos, escasos, difíciles de imitar e insustituibles (VRIN). Por lo tanto, la RBV nos ayuda a comprender cómo las organizaciones obtienen una ventaja competitiva sostenible sobre sus rivales, lo cual es esencial para analizar el comportamiento innovador de las pymes manufactureras (Grant & Yeo, 2024; Wang et al., 2025).

En este sentido, la RBV amplía la explicación del proceso de adquisición de recursos como un proceso evolutivo y acumulativo, fundamental para la innovación (Yogantara et al., 2025). En el contexto de las pymes manufactureras, la capacidad de estas empresas para innovar no solo depende de los recursos internos, sino también de la disponibilidad de recursos externos dedicados a la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), que están estrechamente relacionados con la producción, la promoción y la difusión de nuevas tecnologías e ideas. La disponibilidad de recursos está estrechamente vinculada a la generación, promoción, difusión y uso del conocimiento científico y técnico (Cheng & Wang, 2019; Grant & Yeo, 2024; Wang et al., 2025).

En resumen, las teorías del orden jerárquico y del racionamiento del crédito explican conjuntamente por qué las pymes manufactureras se enfrentan a barreras estructurales a la hora de financiar su innovación, ya que las asimetrías de información limitan su acceso al capital externo. Por lo tanto, esto limita su capacidad para invertir en I+D. Sin embargo, la RBV desplaza el foco hacia el interior, explicando cómo las empresas que consiguen recursos financieros pueden convertirlos en capacidades escasas e inimitables que impulsan el rendimiento innovador. La contribución original de nuestro modelo radica en su reconocimiento explícito de que esta conversión no es directa, sino que está mediada por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTS). El NSTS proporciona la infraestructura institucional externa, los centros tecnológicos, las universidades, las bases de datos de patentes y las redes de I+D que permiten a las empresas traducir los insumos financieros en resultados de innovación. Al situar al NSTS como mediador, este estudio va más allá de considerar los recursos financieros como suficientes para la innovación y destaca las condiciones sistémicas necesarias para su uso efectivo. Los párrafos siguientes definen las variables utilizadas en este estudio.

70

### *Rendimiento Innovador (IP)*

El rendimiento innovador (IP) puede definirse como una variable resultante que refleja los resultados del proceso de innovación y mide la capacidad de una organización para transformar sus recursos en resultados tangibles. Según Dalimunthe et al. (2025) y Argothy et al. (2024), el IP está directamente relacionado con los resultados de los esfuerzos innovadores, mientras que Rehman et al. (2019) lo vinculan a los resultados de las empresas. Para las pymes manufactureras, esto implica la capacidad de convertir sus recursos en productos, procesos o modelos de negocio innovadores.

En el contexto de América Latina y el Caribe, el desempeño innovador se analiza teniendo en cuenta tanto los insumos como los resultados de la innovación, lo que pone de relieve la importancia de la inversión en I+D y la interacción de factores internos, como el capital humano y la gestión del conocimiento, con factores externos, como las políticas de innovación y los ecosistemas regionales (Pincheira & Araujo, 2023). Este enfoque destaca la

importancia de un uso eficiente de los recursos para maximizar los resultados innovadores, lo cual es crucial en las economías emergentes, donde persisten las brechas de innovación en comparación con los países más desarrollados.

#### *Recursos financieros (RF)*

Las fuentes de financiación de las que dispone cualquier empresa para llevar a cabo procesos de innovación son muy variadas (Zuzek, 2019; Mariane et al., 2024; Chen et al., 2024; Adegboye et al., 2018). Estos recursos pueden proceder de fuentes internas y externas. Por ejemplo, las organizaciones pueden financiar sus operaciones utilizando el patrimonio de los accionistas, bancos e instituciones financieras, fondos de capital riesgo, inversores ángeles, emisiones de acciones y bonos, ayudas gubernamentales y financiación de organizaciones sin ánimo de lucro o universidades. Según Kramer y Wrightson (2016), las fuentes de financiación deberían permitir a las organizaciones desarrollar capacidades clave para crear nuevos productos y servicios. En esta línea, Mingting et al. (2020) sostienen que las empresas suelen preferir las fuentes externas debido a diversas barreras, entre las que se incluyen fallos del mercado, una intensa competencia, la falta de capital corporativo y una gestión ineficaz, que obstaculizan el desarrollo de actividades innovadoras. Sin embargo, cada fuente potencial presenta retos específicos que deben tenerse en cuenta antes de emprender cualquier acción.

Para este estudio, se consideran tanto las fuentes internas como las externas sin discriminación, ya que ambas desempeñan un papel crucial en la financiación de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), que son esenciales para llevar a cabo todo el proceso de innovación (Mingting et al., 2020; Guo et al., 2022). En el contexto de esta investigación, Shi et al. (2019) analizaron y concluyeron que la financiación tiene un impacto positivo en el rendimiento innovador de las empresas manufactureras. Descubrieron que estos recursos permiten a las organizaciones desenvolverse en el entorno competitivo y promover el desarrollo de nuevos productos y servicios. Esto refuerza la importancia de una gestión adecuada de los recursos financieros tanto internos como externos para garantizar el éxito de los procesos de innovación. De manera similar, Mingting et al. (2020) y Guo et al. (2022) destacan que una mayor inversión en actividades relacionadas con la innovación crea incentivos para que las empresas aceleren sus procesos de innovación.

#### *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTS)*

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTS) es un sistema abierto e inclusivo que engloba programas, estrategias, actividades, organizaciones y mecanismos directamente relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. Este conjunto de actores tiene como objetivo generar y difundir la ciencia y la tecnología en un territorio concreto. Los actores del sistema interactúan en diversos ámbitos —técnico, comercial, jurídico, social y político—, estableciendo múltiples vínculos y flujos.

Según Erzurumlu et al. (2022), estos actores se organizan en cuatro niveles principales. El primer nivel comprende organizaciones públicas, privadas y gubernamentales, así como instituciones educativas, que funcionan como un sistema social, tecnológico y económico integrado. El segundo nivel comprende instituciones gubernamentales responsables de regular las interacciones entre organizaciones y actores dentro del sistema. El tercer nivel comprende la infraestructura del conocimiento, incluidas las instituciones de investigación y educación que proporcionan recursos y competencias esenciales para el avance de la ciencia y la tecnología. Por último, el cuarto nivel abarca las relaciones e interacciones entre todos los actores, que son fuentes clave de cooperación y fortalecimiento del sistema.

Por lo tanto, las actividades de financiación son fundamentales para los procesos de innovación, ya que contribuyen al desarrollo de las capacidades innovadoras. Sin embargo, la literatura reconoce ampliamente la existencia de diversas barreras que impiden alcanzar un rendimiento innovador óptimo, siendo una de las más relevantes la falta de recursos financieros (Gardocka-Jałowiec & Wierzbicka, 2019; Corchuelo & Carvalho, 2020; Wipulanusat et al., 2019). Basándose en los postulados, se propone la hipótesis H1 de la siguiente manera:

*H1: Los recursos financieros (RF) asignados al proceso de innovación tienen una relación positiva con el rendimiento innovador (RI).*

La convergencia de todos los actores distribuidos a lo largo de los niveles propuestos por Erzurumlu et al. (2022) proporciona un terreno fértil para la innovación. El sistema funciona así de manera eficiente cuando algunos de estos actores interactúan para generar nuevos conocimientos y nuevas ideas que permiten la creación de nuevos productos, servicios y modelos de negocio. En este proceso, el sistema desempeña un papel mediador al crear vínculos y relaciones entre los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Estos vínculos, junto con las capacidades de cada actor, desempeñan un papel fundamental en todo el proceso de innovación. Por lo tanto, se propone la hipótesis H2 de la siguiente manera:

*H2: Los recursos financieros (RF) asignados al proceso de innovación tienen una relación positiva con el rendimiento innovador (RI).*

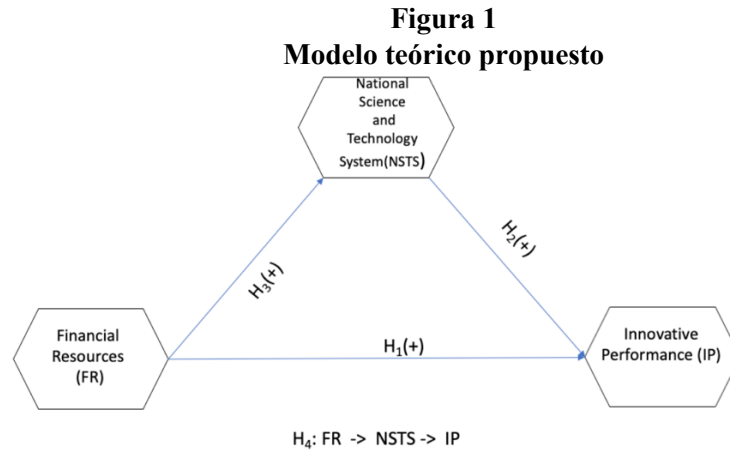
Las organizaciones necesitan invertir en equipamiento, infraestructura, formación y desarrollo de productos para obtener un rendimiento adecuado en el mercado mediante la creación de diseños que satisfagan a los clientes (Dalimunthe et al., 2025; Argothy et al., 2024). En este sentido, la relación entre los recursos financieros y la comprensión del funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología da lugar a la hipótesis H3:

*H3: Los recursos financieros (RF) asignados al proceso de innovación tienen una relación positiva con el rendimiento innovador (RI).*

Sin duda, las regiones necesitan apoyo en términos de financiación externa, generada por iniciativas privadas, asociaciones y el gobierno. Su impacto es significativo para la realización de proyectos empresariales, lo que conduce a mejoras sustanciales en el rendimiento innovador alineadas con los objetivos fijados (Zuzek, 2019; Mariane et al., 2024; Chen et al., 2024; Adegboye et al., 2018). Por lo tanto, la hipótesis H4 propone:

*H4: Los recursos financieros (RF) asignados al proceso de innovación tienen una relación positiva con el rendimiento innovador (RI).*

Por último, las hipótesis se integran en el siguiente modelo teórico (Figura 1).



Source: Own elaboration.

## METODOLOGÍA

El objetivo de este estudio es analizar la relación entre los recursos financieros (RF), el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) y el rendimiento innovador (RI) en las pymes manufactureras. La metodología que se expone a continuación describe los procesos utilizados para recopilar, analizar e interpretar los datos relevantes sobre estas variables. En primer lugar, se llevó a cabo una revisión de la literatura para construir el marco teórico en el que se sustenta el estudio, seguida de la definición de las variables de investigación, los instrumentos de recopilación de datos y el enfoque de análisis. A continuación, se decidió que el enfoque metodológico debía seguir una lógica cuantitativa y transversal, utilizando una muestra representativa de pymes manufactureras. Mediante técnicas estadísticas, se evaluaron las relaciones entre las variables y se validaron las hipótesis propuestas. Además, se llevaron a cabo análisis comparativos para identificar diferencias en el acceso a los recursos financieros y su impacto en la innovación.

### *Diseño*

Este estudio empírico se basa en el trabajo de Hair et al. (2019, 2020, 2022) y adopta un diseño de investigación explicativo para analizar los determinantes de la innovación en el sector manufacturero de Colombia. Concretamente, examina cómo las variables

independientes, tales como los recursos financieros y la participación en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), afectan al desempeño innovador de las empresas. Para comprobar estas relaciones, el estudio utiliza el modelado de ecuaciones estructurales (SEM) con variables latentes, lo que permite representar las asociaciones entre constructos no observables dentro de un sistema unificado de ecuaciones. El marco metodológico adopta una orientación cuantitativa, utilizando mínimos cuadrados parciales (PLS), cuyo objetivo es maximizar la varianza explicada de los constructos dependientes a través de una secuencia de regresiones parciales (Hair et al., 2022). El método PLS-SEM resulta especialmente adecuado para tamaños de muestra moderados o datos que se desvían de los supuestos convencionales de normalidad multivariante y homocedasticidad, ofreciendo mayor robustez y flexibilidad en comparación con el SEM basado en la covarianza.

La unidad de análisis de este estudio la constituyen las empresas manufactureras colombianas con al menos 10 empleados. Los datos proceden de la Encuesta sobre Desarrollo Tecnológico e Innovación en la Industria Manufacturera (EDIT) realizada por el DANE (2019). La muestra incluyó 8.062 empresas, de las cuales se disponía de información completa para 7.529. Sin embargo, se observaron variaciones menores en las tasas de respuesta en preguntas específicas del cuestionario EDIT IX (2017-2018). Este conjunto de datos ofrece una representación sólida del sector manufacturero colombiano, lo que facilita un examen detallado de la influencia de los recursos financieros y la participación en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) sobre el desempeño innovador, así como la identificación de las principales limitaciones y barreras a la innovación a las que se enfrentan las empresas.

74

### *Fuente de datos*

Para llevar a cabo este estudio, se utilizó la encuesta EDIT IX (DANE, 2019, período 2017-2018) sobre Desarrollo Tecnológico e Innovación en la Industria Manufacturera como principal herramienta de recopilación de datos. Esta encuesta se ha consolidado como la principal fuente de información estadística sobre los procesos de transformación y cambio técnico y organizativo en la industria manufacturera colombiana. De este modo, proporciona datos específicos sobre prácticas y estrategias de innovación, presentando una visión general completa del contexto en el que operan las empresas. Una característica definitoria de esta encuesta es su enfoque en la articulación de la actividad económica y el conocimiento, que son elementos fundamentales en el proceso de producción. Esto implica que las empresas no solo están implementando tecnologías, sino que también están integrando conocimientos especializados para optimizar las operaciones y mejorar la competitividad en un entorno dinámico.

En la Tabla 1 se presentan los indicadores seleccionados, que sirven como métricas fundamentales para medir y evaluar las variables del estudio. Estos indicadores permiten cuantificar el rendimiento en materia de innovación de las empresas manufactureras y evaluar cómo contribuyen a ello los recursos financieros. La definición de un conjunto exhaustivo de

indicadores permite la comparación y la evaluación sistemáticas de los resultados, lo que mejora la comprensión de los factores impulsores y las limitaciones que influyen en la innovación en la industria manufacturera. En resumen, la elección de la encuesta EDIT IX como herramienta de recopilación de datos proporciona una base sólida para analizar el rendimiento innovador en el sector, lo que nos permite captar tanto las tendencias actuales como los retos a los que se enfrentan las empresas manufactureras en su proceso de transformación tecnológica.

**Tabla 1**  
**Indicadores del cuestionario EDIT IX**

<i>Construct</i>	<i>Indicator</i>
<b>Financial Resources</b>	
rfri01	Total invested in scientific, technological, and innovation activities, according to the original source of the resources used to finance these investments in 2017 and 2018
<b>NSTS</b>	
rsnt01	R&D Department
rsnt02	Specific interdisciplinary groups for innovation
rsnt03	Scientific and technological databases
rsnt04	Technical standards and regulations
rsnt05	Universities
rsnt06	Seminars and conferences
rsnt07	Books, journals and brochures
rsnt08	Industrial property information system (patent database)
rsnt09	Technology based business incubators
rsnt10	Technology centers
rsnt11	Training centers and technology platforms
rsnt12	Technology development centers
<b>Innovative performance</b>	
dein01	Total innovations in new goods and services in 2017 and 2018.
dein02	New or significantly improved processes, production methods, distribution, delivery, or logistics systems introduced in your company in 2017 and 2018.

Fuente: elaboración propia.

### *Muestra*

Cabe señalar que la muestra utilizada forma parte de un estudio realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE), que mide la innovación a través de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera (EDIT) correspondiente al período 2017-2018. Esta encuesta está diseñada para realizar un censo del sector. En consecuencia, el universo de empresas encuestadas a través del cuestionario del DANE ascendió a un total de 8.062 empresas, de las cuales se obtuvieron datos completos de 7.529.

Cabe aclarar que la unidad de análisis de este estudio comprende las empresas industriales manufactureras colombianas con al menos 10 empleados. Los criterios de exclusión utilizados para finalizar la selección de la muestra exigían que la empresa hubiera tenido, como mínimo, la intención de innovar, lo que significa que dicha intención debía haberse materializado en al menos un proyecto concreto. Por lo tanto, tras excluir a las empresas potencialmente innovadoras, la muestra final quedó compuesta por 1.572 empresas. Esta selección de la muestra permitió una representación sólida del sector manufacturero colombiano, lo que facilitó el análisis del impacto de los recursos financieros y del Sistema

Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) en la innovación, así como de las limitaciones y barreras a las que se enfrentan las empresas en su desempeño innovador.

### *Análisis de datos*

El análisis estadístico de este estudio se llevó a cabo utilizando el modelo de ecuaciones estructurales de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM), implementado con el software SmartPLS 4.1.1.4 (Ringle et al., 2024). El PLS-SEM es especialmente adecuado para modelar relaciones complejas entre constructos latentes y permite una evaluación rigurosa de las hipótesis propuestas. El procedimiento analítico abarcó dos etapas fundamentales: la evaluación del modelo de medición y la evaluación del modelo estructural, que en conjunto proporcionan un examen exhaustivo de la fiabilidad, la validez y las relaciones causales del modelo. El modelo de medición se centró en establecer la relación entre los indicadores observables y los constructos latentes definidos en la revisión bibliográfica.

76

El constructo «Rendimiento innovador» se trató como reflexivo, dado que sus indicadores son mutuamente intercambiables y representan manifestaciones de un fenómeno subyacente (Hair et al., 2020; Hair et al., 2022). Por el contrario, los demás constructos se trataron como formativos, lo que permitió que los indicadores aportaran aspectos distintos a la definición del constructo. La calidad del modelo se evaluó mediante el análisis de la colinealidad de los indicadores, utilizando el factor de inflación de la varianza (VIF), asegurándose de que todos los valores se mantuvieran por debajo de 3 para evitar problemas de multicolinealidad (Hair et al., 2022). Además, se utilizó el método de bootstrapping para evaluar la significación estadística de las ponderaciones externas de los indicadores y para determinar su contribución relativa al constructo. El siguiente procedimiento permite identificar los indicadores estadísticamente significativos esenciales para el análisis.

Por otra parte, el modelo estructural exploró las relaciones entre las variables latentes, evaluando la relevancia predictiva mediante el coeficiente de determinación  $R^2$ . Este índice indica la proporción de la varianza en la variable dependiente que se explica por las variables independientes. También se consideraron otros coeficientes de ajuste para evaluar la calidad general del modelo y su capacidad para reflejar adecuadamente las relaciones teóricas postuladas (Hair et al., 2022). En resumen, el análisis estadístico realizado mediante PLS-SEM ofrece un enfoque robusto y flexible, que permite a los investigadores comprender mejor la dinámica entre los recursos financieros, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el rendimiento innovador en el contexto de las pymes manufactureras. Este enfoque metodológico no solo garantiza la validez de los resultados, sino que también contribuye a una comprensión más profunda de los factores que influyen en la innovación dentro del sector.

## RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados del análisis de los datos recopilados, que permiten evaluar las hipótesis planteadas en el estudio. Se exponen las conclusiones relevantes sobre la influencia de los recursos financieros, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) y otras variables en el desempeño innovador de las pymes manufactureras colombianas.

### *Evaluación del modelo de medición*

Las dimensiones relacionadas con las interacciones con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) se conceptualizaron como constructos de medición reflexiva. Las ponderaciones de cada indicador se recogen en la Tabla 2, donde todos los indicadores asociados a los constructos propuestos son estadísticamente significativos. La evaluación del modelo de medición siguió las directrices establecidas por Hair et al. (2022). En consecuencia, se examinaron varios criterios, entre ellos la consistencia interna, evaluada mediante el alfa de Cronbach y la fiabilidad compuesta. La validez convergente se evaluó utilizando la varianza media extraída (AVE), mientras que la validez discriminante se evaluó utilizando el índice HTMT, que compara las correlaciones medias de los indicadores entre constructos con las correlaciones medias de los indicadores dentro del mismo constructo. Cada criterio se analiza en detalle en las secciones siguientes.

**Tabla 2**  
**Modelo de medición con indicadores significativos**

Construct	Indicator	External Weight	Loading	t-value	Significance
NSTS	rsnt01	0.193	0.630	29.878	p < 0.001
	rsnt02	0.207	0.666	26.584	p < 0.001
	rsnt03	0.131	0.638	25.970	p < 0.001
	rsnt04	0.148	0.639	30.543	p < 0.001
	rsnt05	0.268	0.660	24.803	p < 0.001
	rsnt06	0.173	0.704	32.293	p < 0.001
	rsnt07	0.163	0.670	36.376	p < 0.001
	rsnt08	0.239	0.648	26.357	p < 0.001
Innovative Performance (IP)	dein01	0.845	0.891	14.974	p < 0.001
	dein02	0.457	0.541	5.974	p < 0.001

Fuente: elaboración propia.

Alfa de Cronbach y fiabilidad compuesta: El alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) es un parámetro ampliamente utilizado para evaluar la consistencia interna de un constructo, ya que estima la fiabilidad basándose en las correlaciones entre ítems de las variables observadas. En el presente análisis, el constructo NSTS arrojó un  $\alpha = 0,816$ , lo que indica una fiabilidad aceptable. Este valor se recoge en la Tabla 3 junto con los coeficientes omega-a ( $\rho_A$ ) y de fiabilidad compuesta (CR) para permitir una evaluación exhaustiva de la calidad de la medición. No se calculó el alfa de Cronbach para constructos de un solo ítem o formativos (Recursos financieros), ya que no es aplicable en estos casos. En cuanto al coeficiente Omega-a ( $\rho_a$ ), este indicador es adecuado cuando se supone que todos los ítems miden

el mismo constructo subyacente y no existe justificación teórica para considerar que captan componentes diferentes.

A diferencia del alfa,  $Rho_a$  se basa en las cargas factoriales, lo que proporciona estimaciones más robustas y estables que reflejan la verdadera fiabilidad de la medida sin verse afectadas por el número de ítems (Roco et al., 2024). Para que el coeficiente Omega se considere aceptable, su valor debe situarse entre 0,70 y 0,90 (Campo & Oviedo, 2008; Roco et al., 2024). La fiabilidad compuesta (CR) sirve como medida complementaria y se interpreta de manera similar al alfa de Cronbach. Como se muestra en la Tabla 3, los indicadores oscilan entre 0,698 y 0,859. Cabe señalar que los valores superiores a 0,9 son indeseables, ya que pueden indicar que los ítems son esencialmente redundantes y miden el mismo fenómeno, lo que no es adecuado para evaluar el constructo (Hair et al., 2019).

78

Validez convergente: Este concepto evalúa en qué medida un constructo se correlaciona positivamente con medidas alternativas que evalúan el mismo constructo. En el contexto de un constructo reflexivo, los indicadores se interpretan como diferentes formas de medir el mismo fenómeno. Por lo tanto, los ítems que representan un constructo reflexivo concreto deben converger y compartir una alta proporción de varianza. Un valor elevado en las cargas externas de un constructo indica que los indicadores asociados tienen mucho en común, lo cual queda captado de manera efectiva por el constructo. Para evaluar esta validez, se utiliza la varianza media explicada (AVE). Los resultados de la AVE presentados en la Tabla 3 muestran que el constructo asociado al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología explica el 43,2 % de la varianza. Por el contrario, en el caso del Rendimiento Innovador, la AVE asciende al 54,5 %. Esto indica que cada variable latente explica una parte sustancial de la varianza en los indicadores, lo que refuerza la validez convergente de los constructos analizados.

Validez discriminante: Este concepto se refiere al grado en que un constructo se distingue de los demás constructos. El primer enfoque aplicado fue el criterio propuesto por Fornell y Larcker (Hair et al., 2022; Radomir & Moisescu, 2020), que consiste en comparar la raíz cuadrada de la AVE con las correlaciones entre las variables latentes. Según este criterio, la raíz cuadrada del AVE debería superar las correlaciones entre constructos. Sin embargo, debido a las limitaciones de este enfoque, se empleó el criterio HTMT (Heterotrait-Monotrait Ratio). El HTMT se considera el método más robusto en PLS-SEM para evaluar la validez discriminante y requiere valores inferiores a 0,85 (Henseler et al., 2015).

Además, para mejorar la fiabilidad del análisis, se aplicó la técnica de bootstrapping. Este método genera la distribución muestral de la estadística HTMT creando múltiples submuestras aleatorias a partir del conjunto de datos original. Cada submuestra se utiliza para reestimar el modelo, y el proceso se repite numerosas veces. Como resultado, se obtiene un

intervalo de confianza del 95 % para los valores de HTMT, lo que indica el rango dentro del cual es probable que se encuentre el valor verdadero. Dado que el intervalo resultante no incluye el valor 1, se puede concluir que existe validez discriminante, lo que confirma que los constructos definidos en el modelo son conceptualmente distintos y adecuados para el análisis (Hair et al., 2022).

**Tabla 3**  
**Matriz de correlación, fiabilidad, validez convergente y discriminante, y ratio heterotrait-monotrait (HTMT)**

	Alpha	rho_A	CR	AVE	NSTS	IP	FR	95% CI	Relation
Relations with <i>NSTS</i>	0.816	0.859	0.859	0.432					
Innovative Performance			0.698	0.545					
Heterotrait-monotrait ratio (HTMT)									
Financial Resources						0.753		[0.179;0.389]	FR NSTS
Relation with <i>NSTS</i>						0.861	0.301	[0.120;0.395]	NSTS IP
Innovative Performance								[0.164;0.566]	FR IP

Fuente: elaboración propia.

#### *Evaluación del modelo estructural*

Para evaluar este modelo, se siguió la propuesta de Hair et al. (2022). En primer lugar, se evalúa la colinealidad del modelo estructural, seguida de una valoración de la significación y la relevancia de las relaciones del modelo. Así, se evalúa repetidamente el  $R^2$ , así como su relevancia predictiva.

Evaluación de la colinealidad del modelo estructural: se utilizó el factor de inflación de la varianza (VIF) para evaluar la multicolinealidad entre las variables predictoras. El VIF se define como el recíproco de la tolerancia y mide el grado de correlación entre las variables independientes en un modelo de regresión. Cuando existe multicolinealidad, lo que significa que dos o más variables predictoras comparten una varianza sustancial, esto puede distorsionar la estimación de los coeficientes de regresión y comprometer la estabilidad del modelo. El VIF cuantifica en qué medida la varianza de un coeficiente se infla debido a este problema. Como criterio general, los valores del VIF deben ser inferiores a 5 para descartar una colinealidad problemática. En este análisis, tanto el constructo «Recursos financieros» como el de «Relaciones con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología» presentaban valores del VIF por debajo de este umbral, lo que indica que no hay motivos de preocupación por la multicolinealidad. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

Relevancia de las relaciones del modelo: Esta medida muestra la fuerza de las relaciones entre los constructos propuestos de forma independiente y la variable dependiente. En este caso, los «Recursos financieros» y las «Relaciones con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología» son variables independientes, y el «Rendimiento innovador» es la variable

dependiente. Estos valores estandarizados oscilan entre -1 y +1. Cuanto más se alejan estos valores de cero, mayor es el impacto en la variable dependiente en la dirección del signo, es decir, afectándola positiva o negativamente. Cabe señalar que los valores cercanos a cero no tienen ningún impacto. Como se muestra en la Tabla 4, las ponderaciones de las relaciones son significativas, lo que respalda la validez del modelo propuesto. Para evaluar si estos coeficientes estandarizados son significativos, se utilizó el método de bootstrapping. A partir de los coeficientes calculados para cada submuestra, se pueden estimar el error estándar y la desviación estándar para obtener los valores correspondientes. De este modo, es posible calcular la estadística t (prueba t de Student) y el valor p, que se presentan en la Tabla 4.

Otro indicador de la significación estadística de los coeficientes asociados a las relaciones entre los constructos del modelo (cargas externas) son los intervalos de confianza construidos mediante el método de bootstrapping. Estos intervalos proporcionan información adicional sobre la estabilidad de los coeficientes estimados. Al utilizar un intervalo de confianza del 95 %, la idea central es que este intervalo no incluye el cero. Como se puede observar en la Tabla 4, ninguno de los intervalos de confianza de los constructos contiene el cero, lo que valida de forma complementaria su significación.

Coefficiente de determinación ( $R^2$ ): es una de las medidas más utilizadas. Este coeficiente mide el poder predictivo del modelo. Representa las variables exógenas latentes, junto con los efectos de las variables endógenas. Por lo tanto, representa la cantidad de varianza en la variable endógena explicada por los constructos exógenos. El valor de este coeficiente oscila entre 0 y 1. Para el presente modelo, tenemos un  $R^2$  de 0,184. Según Hair et al. (2022), esto se considera satisfactorio.

Relevancia predictiva ( $Q^2$ ): Es el indicador final utilizado para evaluar el modelo estructural, y se propuso para medir su relevancia. Cuando un modelo tiene relevancia predictiva, es decir, cuando el valor de  $Q^2$  es mayor que cero, indica que los constructos especificados de forma independiente pueden predecir la variable dependiente. En otras palabras, tanto el constructo de Recursos Financieros como el constructo de Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología predicen el resultado del constructo de Rendimiento Innovador porque sus valores de  $Q^2$  son mayores que cero (Danks & Ray, 2018).

**Tabla 4**  
**Evaluación del modelo de medición**

	IP	NSTS	VIF	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>	95% CI	Predictive Relevance Q <sup>2</sup>
<b>Innovative performance</b>				FR->IP 3.582	0.000	FR->IP [0.083;0539]	0.086
<b>Financial Resources</b>	0.268	0.291	FR->IP 1.093	FR->NSTS 7.3770	0.000	FR-> NSTS [0.151;0.412]	
<b>Relation with NSTS</b>	0.266		NSTS ->IP 1.093	FR->NSTS 6.764	0.000	NSTS->IP [0.119;03.83]	0.032
<b>Innovative performance</b>		0.698	FR-> NSTS 0.545				

NSTS: National Science and Technology System; IP: Innovative Performance; FR: Financial Resources. VIF: variance inflation factor, CI: Confidence interval 95% Fuente: elaboración propia.

El modelo presentado en la figura 1 muestra cómo el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología media en las relaciones entre los recursos financieros y el rendimiento innovador. Para comprobar esta mediación, se utilizó el método Bootstrap, que recurre a distribuciones muestrales de los efectos indirectos para evitar las dificultades que plantea la prueba de Sobel (Murad et al., 2020). Esta técnica no supone ninguna distribución de las variables. Por lo tanto, para comprobar esta mediación se utiliza la metodología propuesta por Hair et al. (2022), que evalúa la mediación a través de efectos directos e indirectos. Los resultados se pueden observar en la Tabla 5, donde se puede analizar que, en última instancia, existe una mediación complementaria, lo que indica que la relación entre el rendimiento innovador y los recursos financieros no solo se explica por los cambios en los recursos, sino que también se ve afectada por los cambios asociados al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. En resumen, la Tabla 6 presenta cada hipótesis formulada y sus resultados.

**Tabla 5**  
**Prueba de mediación entre los constructos propuestos**

Relation	Indirect effect	95% CI	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>
FR->NSTS->IP	0.078	[0.037;0.131]	5.509	0.000

NSTS: National Science and Technology System; IP: Innovative Performance; FR: Financial Resources. Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6**  
**Hipótesis Resultados**

Hypothesis	Description	Result
<b>H<sub>1</sub></b>	Financial resources (FR) allocated to the innovation process have a positive relationship with innovative performance (IP).	Confirmed
<b>H<sub>2</sub></b>	The National Science and Technology System (NSTS) has a positive relationship with innovative performance (IP).	Confirmed
<b>H<sub>3</sub></b>	Financial Resources (FR) have a positive relationship with the National Science and Technology System (NSTS).	Confirmed
<b>H<sub>4</sub></b>	The National Science and Technology System (NSTS) mediates between financial resources and innovative performance.	Confirmed

Fuente: elaboración propia.

## **DISCUSIÓN**

En cuanto a la relación entre los recursos financieros y el rendimiento innovador, Mariane et al. (2024) destacan la importancia de identificar estrategias adecuadas que permitan a las empresas reducir los riesgos financieros y mejorar la eficiencia operativa. Esto concuerda con los resultados del presente estudio, que muestran que un flujo sostenido de recursos financieros influye positivamente en los resultados de la innovación. De manera similar, Chen et al. (2024) consideran que el rendimiento innovador de las pymes viene determinado por las mejoras financieras que implementan para mantener la estabilidad y el equilibrio. En la misma línea, Guo et al. (2022) destacan la relevancia del apoyo externo, en particular el proporcionado a través de políticas e iniciativas públicas, para fortalecer las capacidades financieras, lo que en última instancia contribuye a mejorar el rendimiento innovador.

82

Por otra parte, otro factor que influye positivamente en el rendimiento innovador de las empresas es el apoyo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Como señalan Erzurumlu et al. (2022), este tipo de instituciones tiene como objetivo reforzar las estrategias implementadas en las empresas desde una perspectiva sistémica, tal y como evidencian los resultados de este estudio y los propios empresarios. El SNCT reúne a un grupo de actores que hacen posible alcanzar un mejor rendimiento innovador. Cabe destacar el papel de los grupos de investigación, las universidades y el sistema de propiedad intelectual. Estos actores son elementos fundamentales en la construcción de capacidades de I+D para las pymes manufactureras.

Los resultados de este estudio respaldan teorías como la RBV, la Teoría del Coste del Capital, la Teoría Evolutiva de la Innovación y la Teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación (TNIS). Por ejemplo, según Zuo (2022), la Teoría de la Perspectiva Basada en los Recursos (RBV) postula que los recursos financieros mejoran las capacidades de innovación y que, a medida que las empresas se aseguran mayores flujos de recursos, pueden aumentar su inversión en I+D. Esto da lugar a una propensión a generar más innovaciones que se reflejan en nuevos productos, procesos o servicios. De manera complementaria, la Teoría Evolutiva de la Innovación, basada en principios de la biología evolutiva, explica cómo los cambios impulsados por diferentes determinantes permiten la materialización efectiva de los procesos de innovación. Dentro de esta teoría, la financiación es un predictor de la innovación en las empresas (Kruglov & Shaw, 2024). De manera similar, la Teoría de los Sistemas de Innovación (TSNI) sostiene que la cooperación, el aprendizaje mutuo y las alianzas entre los diferentes actores del sistema, como las propuestas en esta investigación, permiten la generación de conocimiento y soluciones innovadoras (Wu & Huang, 2024).

## CONCLUSIONES

El presente estudio se propuso analizar las relaciones entre los recursos financieros, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) y el rendimiento innovador en las pymes manufactureras colombianas. Los resultados del análisis PLS-SEM confirman las cuatro hipótesis, lo que conduce a tres conclusiones clave. En primer lugar, los recursos financieros ejercen una influencia directa y positiva sobre el desempeño innovador (H1 confirmada,  $\beta = 0,268$ ,  $p < 0,001$ ), lo que subraya que una inversión adecuada es una condición necesaria, aunque no suficiente, para la innovación en este sector. En segundo lugar, el propio NCTS predice de forma positiva y significativa el rendimiento innovador (H2 confirmada,  $\beta = 0,266$ ,  $p < 0,001$ ), lo que indica que los actores institucionales —universidades, centros de I+D, plataformas tecnológicas y sistemas de patentes— desempeñan un papel independiente y sustancial más allá del canal financiero. En tercer lugar, el NCTS actúa como mediador complementario entre los recursos financieros y el rendimiento innovador en el caso colombiano (H4 confirmada, efecto indirecto = 0,078, IC del 95 % [0,037, 0,131]), lo que significa que el impacto de la financiación en la innovación se amplifica cuando las empresas participan activamente en el ecosistema nacional de ciencia y tecnología. En conjunto, estos hallazgos mejoran la comprensión de la innovación en las empresas manufactureras de economías emergentes y proporcionan una base empírica sólida tanto para la práctica de gestión como para las políticas públicas.

### *Implicaciones teóricas*

Los resultados aportan a la literatura científica de tres maneras interrelacionadas. En primer lugar, amplían la teoría del valor basado en los recursos (RBV) al demostrar empíricamente que los recursos financieros por sí solos no determinan el rendimiento en materia de innovación. Sin embargo, sus efectos dependen de la integración de la empresa en el ecosistema nacional de ciencia y tecnología. En segundo lugar, la mediación complementaria encontrada ofrece un respaldo matizado a la Teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación, confirmando que los actores sistémicos (universidades, centros tecnológicos, incubadoras) no actúan meramente como condiciones de fondo, sino como mediadores activos que traducen los insumos financieros en resultados de innovación. En tercer lugar, al situar las teorías del racionamiento crediticio y del orden jerárquico en un contexto de innovación, este estudio se suma a la incipiente literatura que relaciona las restricciones financieras con la capacidad de innovación de las pymes en América Latina, una región en la que tanto el acceso al crédito como el desarrollo institucional siguen siendo muy heterogéneos.

### *Implicaciones prácticas*

## Financial Resources, The National Science and Technology System, and Innovation Performance: Colombian Manufacturing Firm

---

Para los directivos de las pymes manufactureras, los resultados apuntan a dos prioridades viables. En primer lugar, la inversión en innovación debe ser deliberada y estructurada, en lugar de residual: las empresas que asignan presupuestos específicos a actividades científicas, tecnológicas y de innovación obtienen sistemáticamente mejores resultados que las que no lo hacen. Sin embargo, es fundamental señalar que el rendimiento de esta inversión depende del compromiso institucional. En segundo lugar, los directivos deben cultivar activamente las relaciones con los actores del NSTS. El modelo de medición revela que, entre los doce indicadores del NSTS, los departamentos de I+D (rsnt01), los grupos de innovación interdisciplinarios (rsnt02), las universidades (rsnt05) y los seminarios y conferencias (rsnt06) presentan las cargas más elevadas, lo que sugiere que estos son los canales más productivos a través de los cuales las pymes pueden amplificar el valor de sus inversiones financieras. Para los responsables políticos, el papel mediador del NSTS ofrece una sólida justificación para la inversión pública en capacidad institucional. Fortalecer la articulación entre Minciencias, los centros tecnológicos regionales y las incubadoras de empresas reduciría el coste de acceso al NSTS para las pequeñas empresas, ampliando así la prima de innovación derivada de la inversión financiera. Los incentivos fiscales o los programas de cofinanciación condicionados explícitamente a la participación en el NSTS podrían ser instrumentos especialmente eficaces.

### 84 *Implicaciones sociales*

En un sistema nacional de innovación, el Gobierno ocupa un lugar central como principal agente de coordinación y dirección. Es responsable de diseñar y aplicar políticas, así como de asignar los recursos financieros, normativos e institucionales necesarios para fortalecer el ecosistema de innovación. Mediante la formulación de políticas coherentes en materia de ciencia, tecnología e innovación, el Gobierno puede mejorar y ampliar las capacidades institucionales de innovación del sector manufacturero, en particular de las pymes, promoviendo así la competitividad de las empresas, el bienestar social y el desarrollo sostenible.

#### *Limitaciones*

A pesar de sus aportaciones, el estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño transversal basado en la encuesta EDIT IX (2017-2018) impide establecer relaciones causales y no refleja los cambios estructurales en las políticas de ciencia, tecnología e innovación que puedan haber tenido lugar desde entonces, incluidas las perturbaciones asociadas a la pandemia de COVID-19. En segundo lugar, el modelo se centra en dos constructos independientes (FR y NSTS) y no incorpora otros factores que impulsan el rendimiento innovador, como el capital humano, la cultura organizativa y las capacidades dinámicas. En tercer lugar, el análisis se limita al sector manufacturero colombiano, lo que restringe la generalización directa a otras industrias o contextos nacionales.

*Agenda de investigación*

Estas limitaciones marcan una agenda clara para futuras investigaciones. En primer lugar, los análisis longitudinales o de panel que utilicen oleadas sucesivas de la encuesta EDIT (X, XI, XII) permitirían a los investigadores examinar si el papel mediador del NSTS se ha reforzado o debilitado en el contexto político pospandémico, lo que ofrecería una visión dinámica de cómo evoluciona la capacidad de innovación sistémica. En segundo lugar, la incorporación de variables moderadoras como el tamaño de la empresa, la intensidad tecnológica (sector CIU) o la proximidad geográfica a los clústeres tecnológicos revelaría las condiciones marco del efecto de mediación del NSTS y enriquecería el modelo teórico. En tercer lugar, replicar el modelo en otros países latinoamericanos con sistemas nacionales de innovación comparables (por ejemplo, México, Chile o Perú) pondría a prueba la validez externa de los resultados y contribuiría a una teoría comparativa de la innovación en las economías emergentes. En cuarto lugar, los estudios cualitativos o de métodos mixtos que examinen los mecanismos específicos mediante los cuales los actores del NSTS traducen los recursos financieros en resultados de innovación complementarían la evidencia cuantitativa aquí presentada y proporcionarían una visión más rica tanto para los profesionales como para los responsables políticos.

**REFERENCIAS**

- Adegboye, A. C., & Iweriebor, S. (2018). Does Access to Finance Enhance SME Innovation and Productivity in Nigeria? Evidence from the World Bank Enterprise Survey. *African Development Review / Revue africaine de Développement*, 30(4), 449–461. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12351>
- Argohty, A., Llamuca, J., Guerrero, C., Herrera, F., & Morales, X. (2024). Innovative efforts and export performance in Ecuador's metal mechanics industry. *Heritage & Sustainable Development*, 6(2), 709–719. <https://doi.org/10.37868/hsd.v6i2.494>
- Broekel, T., & Bednarz, M. (2018). Disentangling Link Formation and Dissolution in Spatial Networks: An Application of a two-Mode STERGM to a Project-Based R&D Network in the German Biotechnology Industry. *Networks and Spatial Economics*, 18(3), 677–704
- Capone, F., & Lazeretti, L. (2018). The Different Roles of Proximity in Multiple Informal Network Relationships: Evidence from the Cluster of High Technology Applied to Cultural Goods in Tuscany. *Industry and Innovation*, 25(9), 897–917.
- Campo, A., & Oviedo, H. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Rev Salud Pública*, 10(5), 831–839.

## Financial Resources, The National Science and Technology System, and Innovation Performance: Colombian Manufacturing Firm

Chatzinikolaou, D., & Vlados, C. (2026). From Hyperglobalization to “New Globalization”: Transnational Corporations, Geopolitical Shocks, and Resilient Global Value Chains. *Mercados y Negocios*, (57), 49–80. <https://doi.org/10.32870/myn.vi57.7949>

Cheng, H., & Wang, B. (2019). Multiplier Effect of Science and Technology Innovation in Regional Economic Development: Based on Panel Data of Coastal Cities. *Journal of Coastal Research*, 883–890. <https://www.jstor.org/stable/26854067>.

Chen, W., Arn, G., Song, H., & Xie, Y. (2024). The influences of digital finance on green technological innovation in China’s manufacturing sector: The threshold effects of ESG performance. *Journal of Cleaner Production*, 467, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142953>

Chervinska, L., Kalina, I., Chervinska, T., Mylenkyi, V., Hryshchenko, A., & Khorosheniuk, A. (2025). Technology Transfer in the System of Innovation Development: Challenges and Opportunities. *Technology Audit & Production Reserves*, 2(4), 80–87. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.327378>

Corchuelo, B. & Carvalho, L. (2020). Innovative activity and propensity to innovate in Extremaduran KIBS companies. *International Journal of Innovation Management*, 24(7), 1–31. <https://doi.org/10.1142/S1363919620500620>

86 Dalimunthe, R., Siahaan, E., Lubis, A., Astuti, P., & Siregar, M. (2025). Success Strategies for Womenpreneurs to Improve Innovative Performance and Competitive Advantage. *TEM Journal*, 14(1), 266–277. <https://doi.org/10.18421/TEM141-24>

Danks, N., & Ray, S. (2018). Predictions from partial least squares models. In F. Ali, S. M. Rasoolimanesh, & C. Cobanoglu (Eds.), *Applying partial least squares in tourism and hospitality research*, (35–52). Emerald Publishing.

DANE. (2017). *Metodología General de Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera*. EDIT.

DANE. (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera*. EDIT IX 2017-2018.

Demirkan, I. (2018). The impact of firm resources on innovation. *European Journal of Innovation Management*, 21(4), 672-694. <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2017-0196>

Erzurumlu, S., Erzurum, Y. & Yoon, Y. (2022). National innovation systems and dynamic impact of institutional structures on national innovation capability: A configurational approach with the OKID method. *Technovation*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102552>

Gardocka-Jałowiec, A., & Wierzbicka, K. (2019). Barriers to Creating Innovation in the

- Polish Economy in the Years 2012-2016. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 59(1), 211–225. <https://doi.org/10.2478/slgr-2019-0038>
- Grant, D., & Yeo, B. (2024). Resource-based view of the Productivity Paradox. *Technology Analysis & Strategic Management*, 36(3), 533–548. <https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2042509>
- Guo, D., Guo, Y., Jiang, K. (2022). Government R&D support and firms' access to external financing: funding effects, certification effects, or both?. *Technovation*, 115, 102469. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102469>.
- Hair, J., Hult, G., Ringle, C. & Sarstedt, M. (2022). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Sage. Thousand Oaks, CA.
- Hair, J., Howard, M. & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research*, 109, 101–110
- Hair, J., Risher, J., Sarstedt, M., & Ringle, C. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modelling. *J. Acad. Mark. Sci.* 43, 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Heredia, M., & Mesa, D. (2018). Consideraciones de los programas de formación de alto nivel en la política nacional de ciencia y tecnología en Colombia. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), 108-116. <http://dx.doi.org/10.26507/rei.v13n25.863>
- Jin, Y., Zhang, S., Yu, R., & Huang, T. (2024). Influencing Factors of Financing Constraints of Micro and Small Enterprises (MSEs) in China: A Risk Information Conveyance Perspective. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3614328, <https://doi.org/10.1155/2024/3614328>
- Kim, C. Y. (2024). Innovation Resistance of Vulnerable Workers: Focusing on Corporate Financial Performance. *SAGE Open*, 14(3), 1–15. <https://doi.org/10.1177/21582440241271176>
- Kramer, F. D., & Wrightson, J. A. (2016). The role of finance. In *Innovation, Leadership, and National Security*. Atlantic Council. 11–13. <http://www.jstor.org/stable/resrep03653.7>.
- Kruglov, P., & Shaw, C. (2024). *Financial Performance and Innovation: Evidence From USA, 1998–2023*. (Preprint). <https://arxiv.org/abs/2403.10982>
- Konstantinos, V. & Werner, R. (2025). Trade-off theory vs. the pecking order hypothesis:

Japanese evidence on capital structure under financial constraints. *Structural Change and Economic Dynamics*, 74. <https://doi.unalproxy.elogim.com/10.1016/j.strueco.2025.06.004>

Mariane, A., Kazuo, E., Lessa, B., Mendes, F., & de Miranda, M. (2024). The Effect of Innovation and Strategic Resources on Capital Structure. *RAE: Revista de Administração de Empresas*, 64(6), 1–24. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020240608>

Mingting, K., Yuanqi, Y., & Kaihua, C. (2020). The impact of external R&D financing on innovation process from a supply-demand perspective. *Economic Modelling*, 92, 375-387.

Murad, M., Rakesh, G., & Ahasan, H. (2020). Testing mediation via indirect effects in PLS-SEM. *Data Analysis Perspectives Journal*, 1(3), 1-6.

Myers, S., & Majluf, N. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187-221.

Pincheira V. & Araujo, A. (2023). Innovación en América Latina y el Caribe: Análisis desde el criterio de eficiencia. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, 31, 1–18.

88

Radomir, L., & Moisescu, O. (2020). Discriminant validity of the customer-based corporate reputation scale: some causes for concern. *Journal of Product & Brand Management*. 29(4), 457–469. <https://doi.org/10.1108/JPBM-11-2018-2115>

Roco, Á., Aguilera, R., & Olguin, M. (2024). Ventajas del uso del coeficiente de omega de McDonald frente al alfa de Cronbach. *Nutrición Hospitalaria*, 41(1), 262-263. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04879>

Rebel C., Marc Cowling, M. & Liu W. (2024). The effect of collateral on small business rationing of term loans and lines of credit. *Journal of Financial Stability*, 74. <https://doi.unalproxy.elogim.com/10.1016/j.jfs.2024.101320>.

Rehman, S., Bhatti, A., Chaudhry, N. (2019). Mediating effect of innovative culture and organizational learning between leadership styles at third-order and organizational performance in Malaysian SMEs. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 9 (36). <https://doi.org/10.1186/s40497-019-0159-1>.

Ringle, C., Wende, S., & Becker, J. (2024). *SmartPLS*. Smart PLS GmbH. Boenningstedt.

Shi, Y., Gong, L. & Chen J. (2019). The Effect of Financing on Firm Innovation: Multiple Case Studies on Chinese Manufacturing Enterprises. *Emerging Markets Finance and Trade*, 55(4), 863-888, <https://doi.org/10.1080/1540496X.2018.1478284>

- Stiglitz, J., & Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *The American Economic Review*, 71(3), 393-410.
- Wang K., Feng, Y. & Liu, S. (2024). Analyzing the innovation ecosystem of China's major science and technology projects: From the ecological and systems science perspective. *Project Leadership and Society*, 5. <https://doi.unalproxy.elogim.com/10.1016/j.plas.2024.100156>
- Wang, C., Wu, C., & Ou, C. (2025). Does intellectual capital matter in small- and medium-sized enterprise (SME) decisions? Roles of resource integration capability and top management team involvement. *Journal of Intellectual Capital*, 26(1), 229–252. <https://doi.org/10.1108/JIC-07-2024-0222>
- Wipulanusat, W., Panuwatwanich, K., Stewart, R. & Sunkpho, J. (2019). Drivers and barriers to innovation in the Australian public service: A qualitative thematic analysis. *Engineering Management in Production and Services*, 11(1), 7–22.
- Wu, F., & Huang, H. (2024). Why do some countries innovate better than others? A new perspective of science, technology, and innovation policy regimes and national absorptive capacity. *Sustainability*, 16(7), 2840. <https://doi.org/10.3390/su16072840>
- Xiao, R., & Wang, C. (2025). Founder resources and innovation investment: A configuration perspective. *Expert Systems with Applications*, 262, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.125680>.
- Yogantara, K., Yadnyana, I., Sudana, I. P., & Sujana, I. (2025). Culture is a moderator of the interaction between financial inclusion and financial performance. *Mercados y Negocios*, (56), 3–28. <https://doi.org/10.32870/myn.vi56.7880>
- Zuo, X. (2022). *State capital involvement, managerial sentiment and firm innovation performance: Evidence from China*. (Preprint).. <https://arxiv.org/abs/2204.04860>
- Zuzek, D. K. (2019). Expenditure on Innovations of SMEs and Sources of Their Financing in Poland as Illustrated by the Example of Malopolskie Voivodeship. *Economic Science for Rural Development Conference Proceedings*, 50, 289–295. <https://doi.org/10.22616/ESRD.2019.036>