



Digitalización de procesos y facturación electrónica: efectos sobre las ventas de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) del Valle de Aburrá durante la pandemia del covid-19

Emerson Echavarría González

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Políticas Públicas

Asesor

Danny García Callejas, Doctor en Políticas Públicas

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en Políticas Públicas
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita

(Echavarría González, 2023)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Echavarría González, E. (2023). *Digitalización de procesos y facturación electrónica: efectos sobre las ventas de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) del Valle de Aburrá durante la pandemia del covid-19* [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



•

Maestría en Políticas Públicas, Cohorte III.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

Las herramientas digitales se han convertido cada vez más en factores clave para mantener la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes). Con base en datos de corte transversal para un grupo de MiPymes que participaron en un programa de acompañamiento a emprendedores del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) durante los años 2020 a 2022, este estudio estima el efecto de dos variables tecnológicas, digitalización de procesos y facturación electrónica, sobre las ventas de estas MiPymes. Para esto se hizo uso de una metodología de tipo cuantitativa tripartita basada en: un análisis de robustez, una técnica de emparejamiento o Propensity Score Matching (PSM) y el modelo de Heckman para la corrección del sesgo de selección. Los hallazgos evidencian que ambas variables tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá.

Palabras clave: MiPymes, digitalización, facturación electrónica, análisis de robustez, método de Heckman, Propensity Score Matching (PSM).

Abstract

Digital tools have increasingly become key factors in maintaining the competitiveness of micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs). Based on cross-sectional data for a group of MSMEs that participated in an entrepreneur support program in the Metropolitan Area of the Aburrá Valley (AMVA) from 2020 to 2022, this study estimates the effect of two technological variables, process digitalization, and electronic invoicing, on the sales of these MSMEs. To do this, a tripartite quantitative methodology was employed, consisting of robustness analysis, Propensity Score Matching (PSM) technique, and the Heckman model to correct for selection bias. The findings demonstrate that both variables have a positive and statistically significant effect on the sales of MSMEs in the Aburrá Valley.

Keywords: MSMEs, digitization, electronic invoicing, robustness analysis, Heckman method, Propensity Score Matching (PSM).

Palabras clave según JEL: C18, C31, L26, O33.

Introducción

En Colombia las MiPymes representan cerca del 99% del tejido empresarial, generan el 79% del empleo y contribuyen con el 40% del Producto Interno Bruto (PIB) del país (Anif, 2021). No obstante, la evidencia empírica para el país muestra que la tasa de supervivencia de este tipo de empresas es baja en comparación con otros países de la OCDE (Confecámaras, 2023). En efecto, según Confecámaras (2023) sólo el 33,5% de las MiPymes creadas en 2017 seguían operando cinco años después¹, cifra que en los países de la OCDE se encuentra por encima del 40%. Lo anterior muestra la necesidad de identificar aquellos factores que inciden positiva y significativamente en el desempeño de las MiPymes. Esto con el objetivo de mejorar la toma de decisiones al interior de este tipo de organizaciones y aportar a la construcción de políticas públicas que impulsen el desarrollo empresarial y la competitividad del país.

En este sentido, existe evidencia en la literatura que señala que la digitalización y la transformación digital son factores clave para mantener la competitividad de las MiPymes (Pfister & Lehmann, 2021). Adicionalmente, la pandemia del covid-19 aumentó la importancia de este tipo de herramientas y las convirtió en esenciales para mejorar el desempeño de las organizaciones (Mosquera Carrascal et al., 2021). No obstante, el impacto de la digitalización sobre el desempeño de las MiPymes es aún un tema poco investigado en la literatura existente (Costa Melo et al., 2023; Pfister & Lehmann, 2021).

Por otro lado, la facturación electrónica ha venido apareciendo como una variable de interés para algunos estudios que han mostrado efectos positivos sobre productividad, canales de comunicación, servicio al cliente, costos, procesos administrativos (Muñoz Villegas & Mosquera Carrascal, 2021). En la misma dirección, Becerra y Ojeda (2022) señalan que la facturación electrónica permite la automatización y optimización de procesos administrativos y contables, lo que redundaría en una menor cantidad de errores y en la disminución de costos

¹ La tasa de supervivencia, sin embargo, depende del tamaño de la unidad productiva. Así pues, tenemos que en el caso de las microempresas sólo el 33,4% lograron sobrevivir cinco años después de su creación, mientras que el 60,9% y 73,7% de las pequeñas y medianas empresas, respectivamente, seguían operando finalizados los cinco años (Confecámaras, 2023).

de operación. Ahora bien, se encuentran pocos estudios cuantitativos que investiguen los efectos de la facturación electrónica sobre el desempeño de las MiPymes para el caso colombiano.

Teniendo en cuenta las brechas de conocimiento señaladas, este artículo se plantea como objetivos de investigación: i) estimar el efecto del nivel de digitalización de procesos sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá; ii) estimar el efecto del uso de herramientas de facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá; iii) identificar si la adopción de nuevas tecnologías durante la pandemia del covid-19 ayudó a mejorar el desempeño de las MiPymes del Valle de Aburrá ante los efectos de la crisis; iv) señalar las implicaciones de los efectos estimados para la política pública.

Para esto se hará uso de una metodología de tipo cuantitativa tripartita basada en un análisis de incertidumbre y robustez (Young & Holsteen, 2017), el uso de la técnica de emparejamiento o Propensity Score Matching (PSM) y el modelo de Heckman para la corrección del sesgo de selección. La base de datos usada es de corte transversal y contiene información para un grupo de MiPymes que participaron en un programa de acompañamiento y formación para emprendedores del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) durante los años 2020 a 2022.

En efecto, este estudio encuentra que la digitalización de procesos y la facturación electrónica tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá durante el periodo analizado. Asimismo, se logró evidenciar que aquellas empresas o emprendimientos que adoptaron nuevas tecnologías durante la pandemia del covid-19 mostraron un mejor desempeño en ventas, con relación a aquellas que no lo hicieron. Adicionalmente, el estudio muestra cómo la teoría de la innovación basada en recursos ofrece un marco analítico factible para entender estos efectos.

Para ello, el presente artículo se divide en siete secciones además de esta introducción. En primer lugar, se plantea el problema de política pública en el que se enmarca esta investigación. En segundo lugar, se revisan investigaciones sobre el efecto de la digitalización de procesos y la facturación electrónica sobre el desempeño de las MiPymes. También, se analizan aquellos estudios que han investigado los efectos del uso de

herramientas digitales durante la pandemia del covid-19 sobre el desempeño de las MiPymes. En tercer lugar, se plantea el marco teórico que guía la investigación. En cuarto lugar, se describen los datos y la metodología usada para la estimación de los efectos ya señalados. En quinto lugar, se discuten los resultados obtenidos. Finalmente, se exponen las conclusiones del estudio y se realizan algunas recomendaciones de política pública.

Política pública de digitalización

La digitalización de los servicios, negocios y actividades públicas, privadas y del tercer sector se ha convertido en una política pública latinoamericana (Muro et al., 2022). De hecho, a finales del siglo XX entidades multilaterales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) promovieron la importancia de una política pública de digitalización y automatización en una era de sociedades de la información (Hilbert y Katz, 2002). En coherencia, Colombia ha adoptado un conjunto de normas y orientaciones gubernamentales que configuran la política pública de digitalización para el país.

En el contexto metropolitano, la política pública de digitalización se evidencia en los instrumentos de planeación estratégica del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)². Esta entidad plantea la necesidad de promover la competitividad empresarial para la cuarta revolución industrial y la economía digital, tanto en su Plan Integral de Desarrollo Metropolitano 2021-2032 como en su Plan de Gestión Futuro Sostenible 2020-2023. En términos prácticos, es el Programa de Desarrollo Económico Sostenible³ de dicha entidad, el encargado de promover la transformación digital en las micro, pequeñas y medianas empresas de los diez municipios del Valle de Aburrá.

² El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una entidad administrativa de derecho público que asocia a los 10 municipios que conforman el Valle de Aburrá: Medellín es la ciudad núcleo, alrededor de la cual están conurbados los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas (tomado de <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/quienes-somos.aspx>).

³ Cómo se explicará con más detalle en la sección de datos y metodología, la base de datos usada para este estudio proviene de la información que dicho programa levantó con relación a los emprendimientos que participaron durante sus procesos de acompañamiento.

En Medellín, por su parte, este tema se ha acogido con ahínco, usando la tecnología como medio para solucionar sus problemas públicos como también pasa en otras ciudades latinoamericanas (Jurado-Zambrano et al., 2023). La crisis de la pandemia generada por el covid-19 aceleró los procesos de promoción e implementación de la digitalización y automatización en el sector privado y desde las políticas nacionales y locales con este fin. De hecho, la evidencia para Colombia indica una proliferación de transacciones electrónicas para mitigar los efectos de la crisis (Tolba et al., 2022, p. 314): “El acelerado desarrollo de este canal de comercio online es evidencia de los urgentes esfuerzos de los empresarios colombianos por digitalizar sus empresas”.

En efecto, en Medellín, se instó a los emprendimientos a acoger estas formas tecnológicas para amortiguar la crisis y sobrevivir. El Plan de Desarrollo Medellín Futuro hace énfasis en esta idea, plasmada en el objetivo de su Programa de Transformación Digital de la Economía: “Promover y facilitar la transición del tejido empresarial de Medellín a la digitalización y automatización de procesos y actividades” (p. 225). Este fin es consistente con el propuesto por el Gobierno Nacional y la Organización de Estados Americanos (OEA) a través del Plan de Digitalización para micro, pequeñas y medianas empresas.

Sin embargo, esta política pública local y regional tiene mayor relevancia en cuanto permita que las organizaciones mejoren sus ingresos. El ahora Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, requiere con mayor énfasis conocer los efectos de una política de esta magnitud sobre los emprendimientos. Más aún, cuando estas organizaciones están en el centro de la organización económica de la ciudad. Ante la falta de estudios, según nuestro conocimiento, en este sentido, este trabajo busca estimar el efecto de la digitalización de procesos y la facturación electrónica sobre las ventas de los emprendimientos en el Valle de Aburrá.

Por supuesto, establecer la relación entre la política pública de digitalización y las ventas permite evaluar su impacto desde la perspectiva financiera. Si bien, este no es el único fin de la política, pues también pretende promover la transparencia, mejor orden y archivo de la información, al igual que análisis administrativos y contables, no hay duda que el afectar los ingresos constituye en uno de los más importantes. Demostrar que esta política permite aumentar las ventas resultaría en evidencia de peso para seguir promocionando, y con mayor

esfuerzo, esta iniciativa local y regional, midiendo sus efectos. El medir permite determinar su impacto y, por tanto, beneficios financieros.

Evidencia en la literatura de los efectos de la digitalización de procesos y la facturación electrónica sobre el desempeño de las MiPymes⁴

La presente revisión de literatura se divide en dos partes. En primer lugar, se abordan algunos de los principales estudios nacionales e internacionales, y sus hallazgos, sobre los efectos de la digitalización de procesos en el desempeño de las MiPymes. En segundo lugar, se analizan las investigaciones que han mostrado evidencia empírica de los efectos de la facturación electrónica sobre el desempeño de las MiPymes. La mayor parte de los artículos mencionados hacen uso de metodologías cuantitativas para la estimación de dichos efectos o realizan ejercicios de revisión de literatura sistemáticos. Así mismo, se señalan las brechas de conocimiento reveladas por algunas de estas investigaciones y se menciona la intención de este trabajo por aportar en el cierre de dichas brechas.

La digitalización de procesos y su efecto sobre el desempeño de las MiPymes

Los trabajos mencionados en esta sección abordan diferentes dimensiones y niveles de la digitalización de procesos o de la transformación digital en las MiPymes, y sus efectos sobre el desempeño de estas últimas. Si bien existe una diferencia entre digitalización y transformación digital, para efectos de la revisión acá presentada se tienen en cuenta artículos académicos que abordan diferentes perspectivas de ambos conceptos.

En una revisión de literatura sistemática, Costa Melo et al. (2023, pág. 2), señalan que en la literatura estos dos conceptos suelen usarse de forma indiferente. No obstante, conviene establecer la diferencia conceptual entre uno y otro. La digitalización se refiere al proceso por medio del cual las empresas adoptan herramientas digitales para mejorar u optimizar

⁴ Existe una falta de estandarización en la literatura académica sobre cómo se definen las MiPymes, lo que dificulta la comparación entre los resultados de diferentes investigaciones (Costa Melo et al., 2023). Las definiciones suelen basarse en el número de empleados o en el valor de los activos financieros, sin embargo, los valores establecidos para definir si una empresa es una micro, pequeña o mediana empresa varían de un país a otro.

procesos existentes (Costa Melo et al., 2023, pág. 2). En este sentido, ofrecer nuevos servicios por medio de canales virtuales y disponer nuevos sistemas para la gestión de operaciones son ejemplos de digitalización (Reis et al., 2020). La transformación digital, por su parte, es una fase general hacia la digitalización, implica un cambio en toda la empresa y la construcción de un nuevo modelo de negocio (Costa Melo et al., 2023). Para efectos de este trabajo se considera que la definición de digitalización es la que mejor recoge lo que se va a medir más adelante.

De acuerdo con Pfister y Lehmann (2021), la digitalización es un proceso que se ha venido dando recientemente en las pequeñas y medianas empresas (Pymes), lo que explica la cantidad limitada de investigaciones sobre el tema en este tipo de organizaciones. Una gran parte de los estudios se han centrado en empresas grandes (Pfister & Lehmann, 2021, pág. 2). Ahora bien, el interés de los investigadores por el tema se ha venido incrementando especialmente desde la pandemia del covid-19 (Costa Melo et al., 2023, pág. 2). En esa misma dirección, Pfister y Lehmann (2021), realizan una revisión de literatura sistemática de artículos publicados entre 2009 y 2019 y encuentran que la cantidad de investigaciones realizadas sobre el tema es de tendencia creciente.

El trabajo de Costa Melo et al. (2023) muestra que hasta el momento se han publicado pocos artículos en Sudamérica (3% de los trabajos revisados por los autores) sobre el desempeño de la transformación digital o la digitalización en MiPymes. Mientras que, países como Italia, China, Finlandia, Indonesia y Reino Unido son los que mayor cantidad de investigaciones han desarrollado. En este sentido, estamos ante un tema poco explorado, de reciente interés, que se ha enfocado principalmente en empresas de gran tamaño y que ha tenido poco desarrollo en países latinoamericanos. Este trabajo pretende aportar en el cierre de estas brechas de conocimiento, así como plantear posibles nuevas líneas de investigación.

A pesar de lo anterior, se encontraron algunos artículos cuyos hallazgos vale la pena comentar. Wang y Bai (2021) encuentran para una muestra de pequeñas y medianas empresas chinas que cotizan en bolsa que la digitalización puede ayudar a las empresas en declive a obtener conocimientos e información relevante, lo que facilita la eficacia de las acciones de recuperación. También para el contexto chino, Teng et al. (2022) concluyen que la transformación digital se correlaciona positivamente con el desempeño financiero de las

Pymes. Alam et al. (2022), por su parte, encontraron que el uso de las TIC tiene un efecto positivo y significativo sobre los niveles de innovación y el desempeño financiero de un grupo de Pymes en Australia. Elbeltagi et al. (2016) estudian los niveles de adopción del comercio electrónico de empresa a empresa y concluyen que afectan positivamente la participación de mercado y las ventas de una muestra de Pymes en Estados Unidos y Egipto.

En un trabajo mencionado antes, Pfister y Lehmann (2021) encontraron que los efectos de la digitalización en Pymes que más aparecen en las investigaciones se dan sobre: eficiencia y eficacia, reducción de costos, aumento de la productividad, satisfacción del cliente y ventaja competitiva. Mientras que, las soluciones digitales más citadas son las redes sociales, los sitios web, la computación en la nube y el análisis de datos.

Algunos artículos han mostrado evidencia del papel de la digitalización en este tipo de empresas durante la crisis del covid-19. Takeda et al. (2022), por ejemplo, analizan los efectos de la pandemia, y el papel de la digitalización, sobre las Pymes de ocho países con economías en desarrollo del sur, sudeste y noreste de Asia. Los autores hallan una relación no lineal entre el uso de las ventas en línea y el empleo⁵, mientras que, no encuentran evidencia de efectos sobre las ventas y el flujo de efectivo. Así mismo, Rupeika-Apoga et al. (2022) han concluido que la transformación digital tuvo un efecto mediador positivo, durante la pandemia del covid-19, de la orientación digital sobre los ingresos y el modelo de negocio, así como de la capacidad digital sobre los ingresos. Esto para una muestra de Pymes en Letonia.

Para el caso mexicano, algunos autores han encontrado evidencia del efecto positivo de las herramientas digitales sobre el desempeño de las MiPymes. Molina-Sánchez et al. (2023) usan un modelo de ecuaciones estructurales y encuentran que la resiliencia de este tipo de empresas, medida a partir del rendimiento y desempeño, durante la pandemia del covid-19, está directamente relacionada con la innovación, vía implementación de herramientas digitales como las redes sociales. Adicionalmente, Herrera-Rodríguez et al.

⁵ Cuando las ventas en línea representan el 40% o menos de las ventas totales la relación con el empleo es negativa, lo que indica que las ventas en línea desplazan mano de obra. Sin embargo, una vez la participación de las ventas en línea supera dicho porcentaje la relación se vuelve positiva.

(2022) estudian el papel de la publicidad digital y tradicional durante la pandemia y concluyen que ambas están correlacionadas positivamente con la resiliencia de las MiPymes estudiadas. Para periodos previos a la pandemia, se ha encontrado evidencia que relaciona el uso del comercio electrónico con mayores niveles de rentabilidad en MiPymes del sector comercial (Figueroa González, 2015).

Para una muestra de pequeñas y medianas empresas del Perú, Lira-Camargo et al. (2022) hallaron una relación positiva entre el uso de las TIC, la gestión empresarial y los ingresos en los procesos. Según estos, las ventas mejoran en un 65%, la comercialización en un 58% y los servicios en un 48%. Por otro lado, Jones (2017) señala que el compromiso de los dueños de las MiPymes con la definición de estrategias y la gestión de TIC, y la experiencia en la implementación de estas, es fundamental para conseguir mejoras en el desempeño y en la adopción del comercio electrónico.

Finalmente, se encontraron pocos artículos que han estudiado el tema para el contexto colombiano. Robayo et al. (2022) argumentan que el comercio electrónico y las redes sociales fueron de vital importancia para mitigar los impactos de la crisis ocasionada por la pandemia. El estudio se concentró en las pequeñas y medianas empresas de los sectores de servicios y comercio de la ciudad de Villavicencio. Por su parte, Mosquera et al. (2021) estudian el uso de las TIC en una muestra de MiPymes de Ocaña, Norte de Santander y evidencian un rezago tecnológico en las empresas analizadas. Asimismo, señalan que “el ciclo de vida de las MiPymes de Ocaña se ve afectado por el grado de implementación de desarrollo tecnológico que poseen” (Mosquera et al., 2021, pág. 72).

La facturación electrónica y su efecto sobre el desempeño de las MiPymes

La importancia de la facturación electrónica ha venido creciendo y lentamente ha ido reemplazando a la factura tradicional en los negocios empresariales (Muñoz Villegas & Mosquera Carrascal, 2021). En una revisión bibliométrica de literatura, Olaleye et al. (2023) señalan que la creciente importancia de la facturación electrónica, la cada vez mayor implementación en el sector empresarial y el poco estudio en este campo, hacen de este un tema viable para futuras investigaciones. Este artículo pretende aportar evidencia que ayude a cerrar la brecha de conocimiento en este campo.

Algunos autores han planteado que la facturación electrónica ha permitido un avance tecnológico significativo en las pequeñas y medianas empresas (Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022; Muñoz Villegas & Mosquera Carrascal, 2021), y se ha convertido en una puerta de entrada hacia la transformación digital (Muñoz Villegas & Mosquera Carrascal, 2021). Además, esta herramienta está ayudando en el proceso de recuperación económica post covid-19, por medio de una administración tributaria más eficaz y eficiente y una mejora en los procesos de toma de decisiones con relación a las cuentas por cobrar y por pagar de las empresas (Olaleye et al., 2023).

Adicionalmente, la investigación científica ha encontrado que el uso de la facturación electrónica está asociado con menores costos (Hincapie Grajales, 2020; Tao, 2013; Poel et al., 2015; Mutunga & Makhamara, 2020; Muñoz Villegas & Mosquera Carrascal, 2021; Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022)⁶. Así mismo, se ha mostrado también que esta herramienta tecnológica tiene efectos positivos sobre el medio ambiente (Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022; Romero Lalangui et al., 2022; Tenhunen & Penttinen, 2010). En efecto, según Tenhunen y Penttinen (2010) pasar de la facturación en papel a la facturación electrónica podría reducir la huella de carbono de una factura en 63%.

Por su parte, Bellon et al. (2022) estudian si las redes de empresas inciden en la difusión de la factura electrónica y su efecto sobre el cumplimiento tributario en Perú. Los autores encuentran, entre otras cosas, que las empresas pequeñas que realizan transacciones con otras empresas obligadas a implementar el sistema de facturación electrónica logran un 11% más de ventas y pagan un 17% más de IVA. Esto último sugiere un efecto indirecto positivo de la factura electrónica sobre el cumplimiento fiscal. Por el contrario, Caceda y Moreno (2019) hallaron un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre los índices económicos y financieros de las pequeñas y medianas empresas en la ciudad de Trujillo, Perú. Esto, según los autores, se debe a que la implementación del sistema de facturación electrónica les exigió una mayor inversión de recursos a dichas empresas.

⁶ Poel et al. (2015) muestran que en Bélgica los costos totales de facturación se reducirían de €3.770 millones (0,97% PIB) a €1.460 millones (0,38% PIB), si todas las empresas facturan electrónicamente.

En resumen, se encontraron pocos trabajos que muestren evidencia de efectos directos o indirectos de la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes, variable dependiente en este estudio. Esto es especialmente cierto para el caso colombiano, donde se encontraron investigaciones que aplican principalmente análisis descriptivos de datos de encuestas a emprendedores, pero cuyos hallazgos no están relacionados con los efectos sobre las ventas⁷. La mayoría de los estudios se han concentrado en buscar los efectos sobre costos, cumplimiento tributario, impacto ambiental, productividad y otras variables.

Recursos, ventas y MiPymes en una economía emergente

Las MiPymes buscan estrategias que les permita crear una ventaja competitiva en el mercado para sobrevivir (Jeong & Chung, 2023). La teoría de la innovación basada en recursos sugiere que dicha oportunidad se deriva de los recursos y capacidades únicos que poseen (Cooper, Pereira, Vrontis, & Liu, 2023). En el caso de organizaciones pequeñas en países en desarrollo, esto significa invertir en recursos y capacidades que son únicos, particulares, específicos y difíciles de imitar para los competidores, buscando una ventaja competitiva que sea sostenible en el tiempo y permita el desarrollo de la empresa.

Ahora bien, en una economía emergente, los recursos son aún más limitados que en contextos de países industrializados. Luego, resulta típico un acceso limitado a capital, tecnología y mano de obra calificada, obligando a las MiPymes a adoptar un enfoque innovador para superar estos desafíos y crear recursos y capacidades únicos que les permita competir en el mercado, acudiendo a conocimiento interno y externo (Audretsch & Belitski, 2023). Al igual que el ambiente institucional, quizás de tramitomanía, exige formas ágiles, efectivas y novedosas para que las empresas puedan materializar y crecer en términos de ventas.

Asimismo, el acceso a los mercados regionales, nacionales y globales, permiten obtener ingresos de fuentes más amplias y menos dependientes de lo local. El uso de las

⁷ Estos trabajos que analizan los efectos de la facturación electrónica para el caso colombiano fueron ya mencionados en la presente revisión de literatura. Hincapié-Grajales (2020) y Muñoz y Mosquera (2021) representan algunos de los primeros acercamientos al tema en el país.

tecnologías de la información y comunicaciones, por ejemplo, amplían el espectro de potenciales compradores y posibilita el aumento de las ventas (Abebe, 2014), en especial en momentos de mayor crisis (Gao et al., 2023; Ballerini, Herhausen, & Ferraris, 2023; As'ad et al., 2022). Estas estrategias son conocidas de forma global y su adopción abre nuevas posibilidades, al igual que nuevos competidores. Esto tiende a homogeneizar las posibilidades y esfuerzos en los mercados.

Esto es consistente con la teoría de la difusión de la innovación (Nooteboom, 1994), por ejemplo, que junto a la crisis del covid-19 y acceso a recursos propios y comunes acelera el proceso de adopción de nuevas tecnologías (Roba & Milos, 2023; Sun et al., 2022; Rehman et al., 2020). Las organizaciones al reconocer los beneficios locales de la adopción tecnológica, facturación electrónica o digitalización, toman este recurso a la espera de mayores ventas y beneficios (ur Rehman et al., 2023; Akpan et al., 2022; Adomako & Ahsan, 2022; Meier, 2022; Doan et al., 2021)). Los incentivos y metas gubernamentales esgrimidas en la Ley 223 de 1995, la Ley 962 de 2005, el Decreto 1929 de 2007 y el Documento Conpes 3620 de 2009 sobre facturación electrónica y digitalización invita a la adopción de estos elementos con la oportunidad de mayores ventas. Este contexto ayuda a difundir estas herramientas entre organizaciones del entorno.

En efecto, las MiPymes de los países en desarrollo pueden aprovechar sus conocimientos y experiencia contextual y local para diferenciarse (Mihailović et al., 2020). Las MiPymes que están ubicadas en países en desarrollo pueden tener conocimientos únicos sobre el mercado, la cultura local, la comunidad e insumos únicos que pueden brindarles una ventaja competitiva (Bacq et al., 2022). Por ejemplo, un emprendimiento, en un país en desarrollo que produce artesanías de manera manual puede aprovechar su conocimiento local de las técnicas artesanales tradicionales o los sentipensares ancestrales para crear productos y narrativas únicas y auténticas que los competidores no puedan copiar o reproducir fácilmente.

Asimismo, las MiPymes pueden utilizar la tecnología local y conocimientos contextuales para crear recursos y capacidades únicas. Estas empresas pueden utilizar la tecnología para acceder a nuevos mercados, reducir costos y optimizar las operaciones (Jardon & Martínez-Cobas, 2020; Beltrán & Miguel, 2014). Por ejemplo, pueden utilizar las

redes sociales, o en general las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, para promocionar sus productos y llegar a un público más amplio. También pueden utilizar plataformas de comercio electrónico para vender sus productos y acceder a nuevos mercados, o facturar por medios electrónicos y remotos para facilitar el proceso de venta.

En resumen, la Teoría de la innovación basada en los recursos sugiere que las MiPymes en los países en desarrollo pueden crear una ventaja competitiva que sea sostenible en el tiempo invirtiendo en recursos y capacidades únicos. Estas pueden aprovechar su conocimiento y experiencia local o utilizar la tecnología para crear productos únicos u optimizar las operaciones. Sugiere, entonces, que la adopción tecnológica deberá redundar en mayores ventas. Sin embargo, deben ser innovadoras en su enfoque para superar los desafíos que enfrentan y crear recursos y capacidades que sean difíciles de imitar para los competidores.

Datos y metodología

Descripción y origen de los datos

La base de datos usada para este estudio proviene del Programa de Desarrollo Económico Sostenible del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). Los datos fueron obtenidos por un operador contratado por el AMVA entre los años 2020 a 2022. Contiene registros para un total de 3.194 MiPymes de los 10 municipios del Valle de Aburrá que decidieron de forma voluntaria participar en las estrategias de capacitación ofrecidas por el programa durante esos mismos años. El operador aplicó dos instrumentos, en primer lugar, una caracterización de los emprendimientos que preguntó por datos como el número de empleados por género, nivel educativo, tipo de contrato laboral, ventas totales para 2019, 2020 y 2021⁸, Cámara de Comercio, entre otros. En segundo lugar, se les aplicó un

⁸ La encuesta se aplicó en el año 2021 para el caso de los emprendimientos que fueron acompañados por el programa durante los años 2020 y 2021 y en el 2022 para aquellos que participaron durante ese mismo año. En todos los casos se les preguntó, en un mismo momento, por las ventas para los tres años analizados en este estudio (2019, 2020 y 2021).

diagnóstico de transformación digital que indagó por el nivel de uso y apropiación de herramientas digitales en sus diferentes procesos.

De acuerdo con un estudio financiado por la Cámara de Comercio Aburrá Sur y la Universidad de Antioquia y publicado en el año 2022, Antioquia contaba para el año 2020 con un total de 211.000 empresas registradas en las cinco Cámaras de Comercio que existen en el departamento. El 70% de estas se encuentran ubicadas en los 10 municipios que componen el Valle de Aburrá, lo que quiere decir que para el 2020 existían aproximadamente unas 150.000 empresas en el territorio metropolitano (Coronel et al, 2022). Esto quiere decir que las 3.194 MiPymes que aparecen registradas en la base de datos usada para este estudio representan el 2,1% del total de empresas del Valle de Aburrá.

Tabla 1
Estadísticas descriptivas de las variables usadas en los modelos estimados.

Variable	Obs.	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Log_ventas_2019	1,172	16.729	2.852	0.693	30.404
Log_ventas_2020	1,404	16.483	2.700	1.609	30.464
Log_ventas_2021	1,740	16.510	2.598	1.946	30.404
Facturación electrónica (si)	2,764	0.224	0.417	0	1
Porcentaje procesos digitalizados (entre el 30% y 70%)	1,053	0.177	0.382	0	1
Porcentaje procesos digitalizados (más del 70%)	1,053	0.039	0.194	0	1
Porcentaje procesos digitalizados (menos del 30%)	1,053	0.784	0.411	0	1
Cámara de comercio (no)	2,764	0.419	0.494	0	1
empleados extranjeros (no)	2,743	0.891	0.312	0	1
Municipio (Medellín)	3,194	0.370	0.483	0	1
Modalidad de trabajo (presencial)	2,693	0.840	0.367	0	1
Gestión innovación (desarrollo medio)	1,053	0.297	0.457	0	1
Empleados totales	2,752	4.644	9.359	0	200
Cámara de comercio (si)	2,764	0.581	0.494	0	1
Cantidad de productos ofrecidos (1 a 50)	2,743	0.850	0.357	0	1
Tipo de registro (persona natural)	3,194	0.745	0.436	0	1
Empleados con educación tecnológica	2,752	0.455	1.331	0	25
Tamaño MiPyme (Micro Empresa)	3,171	0.926	0.261	0	1

Fuente: Base de datos del Programa de Desarrollo Económico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

La Tabla 1 muestra las principales estadísticas descriptivas de las variables usadas en el presente estudio. Se puede observar que, en promedio, el logaritmo de las ventas de las

MiPymes encuestadas cayó entre 2019 y 2020, lo que se puede deber a los efectos de la crisis ocasionada por la pandemia del covid-19. El 2020 fue el año donde más fuerte se aplicaron las restricciones y medidas de confinamiento que tenían por objetivo detener el contagio del virus. Diferentes autores han mostrado evidencia de los efectos negativos de la pandemia sobre el desempeño de las MiPymes en Colombia y otros países (OIT, ANDI y Acopi, 2020; Molina-Sánchez et al., 2023; Olaleye et al., 2023; Rupeika-Apoga et al., 2022; Takeda et al., 2022). Finalmente, la media del logaritmo de las ventas muestra una recuperación para 2021, pero sin alcanzar niveles pre-pandémicos.

Por su parte, se pueden identificar los niveles de adopción de la facturación electrónica y de la digitalización de procesos, variables foco de este estudio, en las MiPymes encuestadas. Se observa que de las 2.764 MiPymes que respondieron sobre el uso de la facturación electrónica, 22,4% manifestaron haber adoptado esta herramienta. Mientras que, de las 1.053 que respondieron sobre el porcentaje de sus procesos que se encuentran digitalizados el 78,4% manifestó que solo cuentan con 30% o menos de sus procesos digitalizados, 17,7% dijeron que entre el 30% y el 70% de sus procesos lo están y, 3,9% manifestaron que cuentan con más del 70% de los procesos digitalizados. Todo esto da cuenta de los bajos niveles de adopción tecnológica que aún persisten entre este tipo de organizaciones, 92,6% de las cuales son microempresas que cuentan con entre 1 y 10 empleados⁹.

La Tabla 1 también permite identificar que 37% de las MiPymes de la muestra se encuentran ubicadas en la ciudad de Medellín, la ciudad núcleo del Valle de Aburrá¹⁰. En promedio las MiPymes encuestadas cuentan con 4,6 empleados, lo que refleja el alto porcentaje de micro empresas dentro de la muestra; 89,1% no tiene contratados a extranjeros; la mayor parte de las personas empleadas por las MiPymes encuestadas alcanzaron como máximo nivel educativo el bachillerato (media de 1,90), seguido del profesional (0,98), la

⁹ El 6,5% de la muestra son pequeñas empresas, es decir, aquellas que cuentan con entre 10 y 50 empleados, mientras que tan solo 0,9% son medianas empresas que tienen entre 50 y 200 empleados.

¹⁰ Los restantes nueve municipios tienen la siguiente representación en la muestra: Bello 11,8%, Envigado 9,8%, Sabaneta 9,3%, Itagüí 6,5%, Caldas 6,2%, Copacabana 5,4%, Girardota 5,0%, La Estrella 4,7% y Barbosa 4,3%.

técnica (0,69) y la educación tecnológica (0,45); 83,9% usan la modalidad de trabajo presencial, 10,7% usan la alternancia y 5,3% el teletrabajo.

Finalmente, la variable Gestión Innovación da cuenta de la categorización realizada para cada emprendimiento como consecuencia del diagnóstico en transformación digital hecho por quienes levantaron los datos. Calcularon tres niveles de desarrollo, de los cuales se tiene que el 29,7% de las MiPymes encuestadas se encuentran en un nivel de desarrollo medio, el 63,2% en un desarrollo bajo y el 7,1% en un desarrollo alto. En general, los datos muestran que existe un desarrollo incipiente en términos de digitalización entre las MiPymes del Valle de Aburrá. En otras palabras, es bajo el porcentaje de estas que ha logrado superar las diferentes etapas que plantea la Teoría de la Difusión de la Innovación.

Ecuación a estimar

Como ya se ha mencionado, el interés de este estudio está en estimar el efecto de dos variables tecnológicas (facturación electrónica y porcentaje de procesos digitalizados) sobre las ventas de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) del Valle de Aburrá. Así, la variable dependiente corresponde al logaritmo de las ventas (Log (Ventas)) en un periodo determinado (2019, 2020, 2021), teniendo como foco la variable tecnológica, y un conjunto de variables control (**X**) y un término de error (ϵ), como lo muestra la siguiente ecuación.

$$\text{Log (Ventas)} = \beta_0 + \beta_1 (\text{variable tecnológica}) + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \epsilon \quad (1)$$

El objetivo es estimar el coeficiente β_1 teniendo en cuenta que entre las variables control se encuentran: el número de empleados (Acebedo et al, 2023; Alam et al, 2022; Bertoni et al, 2019; Confecámaras, 2023), si la empresa tiene registro formal ante Cámara de Comercio (Fernández, 2020), el municipio en el que se desarrolla (Acebedo et al, 2023; Bertoni et al, 2019; Confecámaras, 2023), el número de empleados extranjeros, la cantidad de productos que elabora, tipo de personería jurídica (Confecámaras, 2023)¹¹, el sector y subsector económico al que pertenece la MiPyme (Acebedo et al, 2023, Alam et al, 2022;

¹¹ Es decir, si el emprendimiento aparece registrado cómo persona natural o persona jurídica en el Registro Único Tributario (RUT).

Bertoni et al, 2019; Confecámaras, 2023), y el porcentaje de empleados por nivel de formación académica (Confecámaras, 2023; Fernández, 2020).

Ahora bien, esta ecuación consta de tres retos, requiriendo una estrategia tripartita. El primero, que el coeficiente asociado con la variable foco puede variar ante la incorporación de nuevas y diversas variables control. Esto es típico de estudios con variables continuas y categóricas. Luego, esto implica medir la consistencia de las estimaciones ante las distintas posibles combinaciones de las variables control (2^n , donde n corresponde al número de variables control posibles). Para remediar esto se realiza un análisis de robustez.

El segundo corresponde a un sesgo de selección. La encuesta utilizada no fue recolectada mediante un proceso de muestreo aleatorio sino ante un intento de censar el universo de MiPymes del Valle de Aburrá que participaron voluntariamente en un programa ofrecido por el AMVA. Sin embargo, es común que estos pequeños emprendimientos duren poco en el tiempo y solo algunos de ellos estén dispuestos o tengan los recursos para brindar la información solicitada en la encuesta. Así, corregimos por sesgo de selección usando el método de Heckman.

Tercero, como el interés es establecer causalidad y tener certeza en cuanto que el efecto estimado es robusto y producido por la variable foco, se plantea un cuasi-experimento en el que se crean artificialmente dos grupos, uno con la variable tecnológica y otro sin ella, y se comparan, controlando por los elementos que los diferencian. Así, se genera un grupo de tratamiento y otro de control artificiales, con el objetivo de entender la naturaleza de la intervención simulada. Para ello se aplicó una técnica de pareo.

En resumen, el objetivo es validar las hipótesis planteadas focalizadas en establecer el efecto de una variable tecnológica sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá. Para lograr robustez, corregir el sesgo de selección y establecer causalidad, emprendemos un análisis de robustez, una corrección a la Heckman y un análisis de pareo por puntaje de propensión. Los resultados deberían brindar una buena aproximación al efecto real de la variable foco.

Análisis de robustez

La idea clave del análisis de robustez proviene de los desarrollos de Young, C. y Holsteen (2017), Muñoz y Young (2018) y Young (2018). El objetivo es explorar la solidez de los hallazgos y resultados estadísticos (de los coeficientes de variables foco) al examinar sistemáticamente y repetidamente la sensibilidad de los resultados a varias opciones y combinaciones de modelos. Esto permite comprender la estabilidad y la generalización de las conclusiones en diferentes especificaciones del modelo.

El análisis de robustez inicia por identificar el modelo central o la especificación de referencia que resulta lógica, dado el marco teórico o relaciones establecidas entre variables en la teoría. Este es el modelo que forma la base de los resultados de la investigación o conclusiones principales. Para nuestro caso corresponde a la Ecuación 1. Luego, se especifica un conjunto de modelos alternativos que difieren en términos de formas funcionales o inclusión y exclusión de variables. Estos modelos alternativos representan alternativas factibles o fuentes de incertidumbre.

En esta etapa, entonces, se crea un conjunto de modelos alternativos. Las diferentes opciones de modelado permiten la comparación y evaluación de su impacto en los resultados. Aplicar estos modelos significa revisar la estimación de parámetros a través de la realización de simulaciones o el cálculo de resultados previstos. Con esta información se compara y contrasta los resultados obtenidos de diferentes modelos. Esto permite evaluar la consistencia o divergencia de los hallazgos en el conjunto de modelos.

Así, con estos hallazgos, se buscan patrones, similitudes o diferencias en los efectos estimados. A continuación, se hace un análisis de sensibilidad para probar la solidez de los resultados, variando sistemáticamente las opciones de modelado y los supuestos para ver si los hallazgos se mantienen en diferentes especificaciones. Por último, se interpretan los resultados del análisis de robustez y determinan las implicaciones para la pregunta o hipótesis de investigación original, destacando la estabilidad del coeficiente estimado.

En efecto, al examinar los resultados, se adopta como convención que, si el 50% o más de los resultados tienen el mismo signo y son estadísticamente significativos, se catalogan como resultados débilmente robustos. Por el contrario, si ese porcentaje alcanza el 95%, se denotan como fuertemente robustos. De esta forma, se reduce la incertidumbre de

los efectos de la variable foco sobre la variable dependiente y, aumenta la credibilidad y validez de las conclusiones.

Corrección por sesgo de selección

La base de datos obtenida es resultado de un intento de censo de los emprendimientos que participaron en un programa ofrecido por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Sin embargo, la participación es voluntaria y bajo la incertidumbre del tamaño del universo. Luego, es concebible que los emprendimientos que participan son los que poseen los recursos para hacerlo, los más exitosos, con mayor proporción hacia los formales o aquellos que piensan obtener algún beneficio al participar, es decir, que son guiados por factores no observables (Bertoni et al., 2019; Rocha et al., 2015).

En particular, los datos de emprendimientos resultan sesgados ante la desaparición de pequeñas empresas del mercado, con una tasa de supervivencia de menos del 40% en Colombia (Villa Castaño & Perdomo Ortiz, 2022; Confecámaras, 2023). Esto implica la necesidad de una investigación que corrija este sesgo de selección a través de métodos como el de Heckman (Cader & Leatherman, 2011). El método de Heckman es un procedimiento estándar en la literatura de los negocios y emprendimientos para corregir por sesgo de selección (Long et al., 2023; Zhang et al., 2022).

En términos técnicos, el método de Heckman (1979) es una técnica estadística utilizada para corregir el sesgo de selección en el análisis econométrico. El sesgo de selección ocurre cuando la muestra utilizada en un análisis no es representativa de la población de interés, lo que genera estimaciones de parámetros sesgados. El método de Heckman aborda este problema teniendo en cuenta el proceso de selección y estimando la relación correcta entre las variables.

La metodología de la corrección de Heckman implica dos pasos. En el primero, se estima un modelo para capturar el proceso de selección. Este modelo determina la probabilidad de que una observación sea seleccionada en la muestra, dado un conjunto de características observables. Por lo general, se estima utilizando un modelo de regresión probit o logit (Zhang et al., 2022), así:

$$\Pr (D = 1 | \mathbf{X}) = \Phi(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}), \quad (2)$$

donde $\Pr (D = 1 | \mathbf{X})$ es la probabilidad de selección ($D = 1$) basada en la naturaleza jurídica del emprendimiento y dadas las características observadas (\mathbf{X}), $\Phi()$ es la función de distribución acumulativa de la normal estándar, \mathbf{Z} representa las variables que afectan el proceso de selección, y $\boldsymbol{\beta}$ es el vector de coeficientes a estimar, con foco en variables tecnológicas. Suponemos que la selección en la muestra se basa en estas características observables (captadas por \mathbf{X}) y que no queda ningún sesgo de selección no observado después de la corrección (Puhani, 2000).

En el segundo paso, se estima el modelo utilizando la muestra seleccionada. Este modelo explora la relación entre las ventas, variable de resultado de interés (\mathbf{Y}), y las variables independientes (\mathbf{X}) en especial las variables foco, teniendo en cuenta el sesgo de selección. La corrección de Heckman incorpora un término adicional denominado relación inversa de Mills (IMR) (Calvo, 2006; Patel et al., 2015), que se deriva del modelo de selección estimado. El modelo de resultados se expresa como:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + u, \quad (3)$$

donde \mathbf{Y} es la variable de resultado, \mathbf{X} es el vector de variables independientes, $\boldsymbol{\gamma}$ es el vector de coeficientes a estimar y u representa el término de error. La corrección de Heckman agrega el término IMR ($\lambda\Phi(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta})$, que proviene de la Ecuación 2) al modelo anterior, transformando (3) en:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \lambda\Phi(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}) + u, \quad (4)$$

donde λ es el coeficiente del término IMR. La IMR se calcula como la relación entre la función de densidad normal estándar y la función de distribución acumulada, dado el modelo de selección estimado (Zhang et al., 2022; Patel et al., 2015), así:

$$\text{IMR} = \varphi(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}) / \Phi(\mathbf{Z}\boldsymbol{\beta}), \quad (5)$$

donde $\varphi()$ es la función de densidad de probabilidad de la distribución normal estándar. Al incluir la IMR en el modelo de resultados, la corrección de Heckman aborda el sesgo de selección al tener en cuenta los factores que influyen en el proceso de selección,

donde los aspectos asociados a informalidad capturados a través de la variable tipo de personería jurídica permiten distinguir el sesgo, arrojando parámetros robustos y consistentes.

Ratificando el hallazgo: pareo por puntaje de propensión

El emparejamiento por puntaje de propensión es una técnica estadística utilizada en estudios observacionales para estimar el efecto causal de un tratamiento o intervención. Está presente en la literatura de los negocios y el emprendimiento (Mahieu et al., 2022; Autio & Rannikko, 2016; Tran et al., 2012), cuando no es posible volver aleatorios a los grupos de estudio. Aborda el problema del sesgo de selección que surge cuando la asignación de tratamientos no es aleatoria, como es el caso en muchas situaciones del mundo real (Liu et al., 2014; Boudreaux et al., 2018, pág. 192).

La idea principal detrás del emparejamiento de puntuación de propensión es crear un grupo de comparación equilibrado en el que se empareje las unidades tratadas (emprendimientos que han incorporado una de las variables tecnológicas) y de control (sin implementación tecnológica) en función de sus puntuaciones de propensión estimadas. El puntaje de propensión representa la probabilidad condicional de recibir el tratamiento (implementación tecnológica) dado un conjunto de características observadas.

Luego de establecer la relación entre ventas e implementación tecnológica para las MiPymes, se calculan los puntajes de propensión, a través de una regresión logística (Osabohien et al., 2022; Bertoni et al., 2019). La variable dependiente en este modelo es la asignación de la implementación tecnológica o tratamiento (variable dicotómica que toma el valor de 0 sin implementación y 1 para MiPymes con dicha implementación), y las variables independientes son las covariables que se presume influyen en la asignación de tratamiento, con base en el marco teórico.

A continuación, se determina la calidad del modelo de puntaje de propensión mediante el examen de las estadísticas de bondad de ajuste, como la prueba de Hosmer-Lemeshow o el área bajo la curva característica operativa del receptor. Se constata que el modelo de puntaje de propensión predice adecuadamente la asignación del tratamiento.

Entonces, se comparan unos (tratamiento) y otros (control) emprendimientos en función de sus puntuaciones de propensión.

Adicionalmente, a través de pruebas estadísticas se garantiza que los grupos emparejados son comparables en términos de las covariables observadas. Realizado esto, se estiman los efectos causales, estableciendo el efecto promedio del tratamiento o el efecto promedio del tratamiento en los tratados (Bertoni et al., 2019; Liu et al., 2014, pág. 99). Se utilizan, además, diversas técnicas para analizar la sensibilidad de los efectos causales estimados. En este caso, permite establecer el efecto de la implementación tecnológica sobre las ventas de las MiPymes.

Resultados

Análisis de robustez

Para empezar, se realizó un análisis de robustez tal como se describió en la sección metodológica. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 2 para las dos variables de interés de este estudio, el porcentaje de procesos digitalizados y la facturación electrónica¹². El objetivo es garantizar que los efectos de estas variables sobre las ventas se mantienen independientemente de las suposiciones que se hagan sobre las variables de control (Young & Holsteen, 2017).

En la tabla ya mencionada se pueden ver los resultados del análisis de robustez para el efecto del porcentaje de procesos digitalizados sobre el logaritmo de las ventas en 2019 (columna 2). En este caso se estimaron un total 128 modelos que corresponden al total de posibles combinaciones de las variables de control (7). Las estimaciones evidencian que el efecto del porcentaje de procesos digitalizados sobre el logaritmo de las ventas en 2019 es positivo en el 100% de los modelos estimados, sin embargo, solo es significativo en el 50%

¹² En todos los análisis que siguen cuando se mencione la variable porcentaje de procesos digitalizados, se estará hablando de una variable dicótoma que toma el valor de 1 cuando el porcentaje de procesos digitalizados está entre 30% y 70%, y de 0 en cualquier otro caso. Del mismo modo, la variable facturación electrónica se refiere a una variable dicótoma que toma el valor de 1 cuando la MiPyme hace uso de esta herramienta y de 0 cuando no la usa.

de los casos. La estimación media de todos los modelos es de 0,7471 y la relación de robustez, que es la estimación media dividida por el error estándar total, es del 1,9681, lo que da cuenta de un efecto débilmente robusto. Es decir, la significancia del efecto del porcentaje de procesos digitalizados sobre las ventas en 2019 es sensible a diferentes combinaciones de las variables de control y se mantiene solo en el 50% de estas.

Tabla 2

Resultados del análisis de robustez para el efecto del porcentaje de procesos digitalizados y la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes.

Variable dependiente: Logaritmo de las ventas para cada año	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Variable de interés	Porcentaje procesos digitalizados	Porcentaje procesos digitalizados	Porcentaje procesos digitalizados	Facturación electrónica	Facturación electrónica	Facturación electrónica
Coefficiente medio estimado	0,7471	0,9313	1,0290	1,8385	1,7741	1,9076
Error estándar	0,3292	0,2782	0,2431	0,2921	0,2545	0,2210
Estabilidad del signo	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tasa de significancia	50%	100%	100%	100%	100%	100%
R ² ajustado promedio	0,11	0,13	0,17	0,18	0,19	0,23
Número de modelos estimados	128	256	128	128	256	128
Número de observaciones por modelo	452	564	691	452	564	691

De forma similar, la Tabla 2 muestra también los resultados del análisis de robustez para el efecto del porcentaje de procesos digitalizados sobre el logaritmo de las ventas en 2020 y 2021. En ambos casos, los resultados de las estimaciones muestran que el efecto de la digitalización de procesos es positivo y estadísticamente significativo en el 100% de los casos. Esto quiere decir que el efecto positivo de tener entre un 30% y 70% de los procesos digitalizados sobre las ventas de ambos años es fuertemente robusto, se mantiene independientemente de la combinación de variables de control que sean usadas.

En cuanto a la variable de facturación electrónica y su efecto sobre el logaritmo de las ventas en los mismos tres años, se puede observar que para los tres grupos de modelos se encontró una robustez completa (Tabla 2). El efecto de la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes se mantiene positivo y estadísticamente significativo en el 100% de los casos, y para los tres años en que se realizó el análisis, 2019, 2020 y 2021.

En resumen, el análisis de robustez muestra evidencia que respalda, dentro del alcance de las variables de control disponibles para la estimación, el efecto positivo de tener un porcentaje de entre 30% y 70% de los procesos digitalizados, por un lado, y el uso de la facturación electrónica, por el otro, sobre las ventas de las MiPymes estudiadas durante 2019, 2020 y 2021. En la mayoría de los casos la estabilidad del signo y la significancia del efecto

se mantienen consistentes ante las diferentes combinaciones posibles de las variables de control. Así pues, tenemos que el modelo supera el primero de los tres retos que fueron planteados en la estrategia metodológica de este estudio.

Corrección del sesgo de selección

El segundo reto, consiste en corregir el sesgo de selección usando el método de Heckman. Los resultados de estas estimaciones para las dos variables foco de este estudio (porcentaje de procesos digitalizados y facturación electrónica) y las variables de resultado (logaritmo de las ventas en 2019, 2020 y 2021), se pueden ver en la Tabla 3.

En dicha tabla aparecen los resultados para el porcentaje de procesos digitalizados y su efecto sobre las ventas durante los años 2019, 2020 y 2021 después de corregir por sesgo de selección. Para empezar, es importante resaltar que la relación inversa de Mills (IMR), que está dada por el coeficiente corrección de selección (α) y su desviación estándar (Insignia), es estadísticamente significativa para los tres modelos estimados. Esto quiere decir que es apropiado el uso del método de Heckman para el conjunto de datos usados. Adicionalmente, el signo del coeficiente indica que el sesgo de selección tiene un efecto negativo importante sobre las ventas en los tres años analizados.

Asimismo, los resultados muestran que las variables tipo de registro (persona natural) que da cuenta de la naturaleza jurídica del emprendimiento, número de empleados con educación tecnológica y tamaño MiPyme son significativas en los tres modelos de selección estimados. Esto quiere decir que, estar registrado como persona natural y ser una micro empresa (entre 1 y 10 empleados) incide negativa y significativamente en la probabilidad de selección en la muestra. Mientras que, un mayor número de empleados con educación tecnológica incide positiva y significativamente en dicha probabilidad. Finalmente, la cantidad de productos ofrecidos es significativa sólo para los modelos que tienen como variable dependiente a las ventas en los años 2019 y 2020.

En cuanto a la variable foco, porcentaje de procesos digitalizados, se encontró que después de corregir por el sesgo de selección esta sigue siendo estadísticamente significativa para su efecto sobre las ventas en 2020 y 2021, pero no para las ventas en 2019. Los

resultados señalan que tener entre un 30% y un 70% de los procesos digitalizados tiene un efecto positivo y significativo que genera un aumento en las ventas de aproximadamente un 48%.

Por otro lado, la variable Cámara de Comercio tiene un impacto alto sobre las ventas de las MiPymes en todos los modelos estimados. Los resultados muestran que para las MiPymes del Valle de Aburrá no estar registradas en Cámara de Comercio tiene un efecto negativo y significativo, que genera una reducción en las ventas del orden del 103% y el 157%. Esto se puede deber a que este tipo de registro les permite a las MiPymes acceder a beneficios que van desde capacitaciones, hasta acceso a recursos y créditos con entidades públicas y privadas. Pero más allá de los evidentes beneficios de la formalidad, existe evidencia que muestra que los bajos niveles de productividad, característicos de este tipo de organizaciones, no permiten que las ganancias de acceder a estos beneficios cubran los gastos y costos de la formalización (Fernández M., 2020). Lo que genera incentivos para permanecer en la informalidad.

Tabla 3

Corrección del sesgo de selección con el método de Heckman en dos etapas para el efecto del porcentaje de procesos digitalizados y la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	log_ventas19	log_ventas20	log_ventas21	log_ventas19	log_ventas20	log_ventas21
main						
Porcentaje procesos digitalizados	0,225 (0,84)	0,475* (1,96)	0,490* (2,37)			
Cámara de Comercio (no)	-1,573*** (-6,71)	-1,452*** (-7,03)	-1,496*** (-8,69)	-1,208*** (-5,23)	-1,032*** (-4,96)	-1,084*** (-6,34)
Empleados extranjeros (no)	-0,443 (-1,46)	-0,121 (-0,43)	-0,364 (-1,48)	-0,554 (-1,93)	-0,309 (-1,15)	-0,511* (-2,18)
Municipio (Medellín)	0,163 (0,77)	0,168 (0,88)	0,171 (1,05)	0,0757 (0,37)	0,0879 (0,48)	0,0751 (0,48)
Modalidad de trabajo (presencial)	0,410 (1,44)	0,347 (1,41)	0,496* (2,46)	0,578* (2,13)	0,526* (2,21)	0,668*** (3,48)
Gestión innovación (desarrollo medio)	-0,122 (-0,53)	-0,0772 (-0,38)	0,190 (1,08)	-0,220 (-1,03)	-0,142 (-0,74)	0,0958 (0,58)
Empleados totales	0,0218 (1,49)	0,0335* (2,48)	0,0714*** (5,76)	0,00749 (0,53)	0,0172 (1,30)	0,0543*** (4,50)
Cantidad de productos ofrecidos (1 a 50)	0,377 (0,98)	0,00744 (0,02)	-0,700* (-2,35)	0,424 (1,13)	0,0493 (0,15)	-0,617* (-2,13)
Facturación electrónica				1,403*** (5,39)	1,523*** (6,32)	1,601*** (7,63)
Constante	22,20*** (37,10)	20,80*** (40,58)	20,14*** (46,19)	21,71*** (37,72)	20,35*** (41,01)	19,69*** (46,88)
select						
Tipo de registro (persona natural)	-0,229*** (-4,20)	-0,177** (-3,20)	-0,135* (-2,44)	-0,129* (-2,23)	-0,0573 (-0,96)	0,00638 (0,11)
Empleados con educación tecnológica	0,0694*** (3,99)	0,0646*** (3,44)	0,0627*** (3,48)	0,0726*** (4,25)	0,0645*** (3,48)	0,0625*** (3,55)
Tamaño MiPyme (Micro Empresa)	-0,432*** (-4,58)	-0,478*** (-4,86)	-0,296** (-3,04)	-0,460*** (-4,84)	-0,535*** (-5,41)	-0,368*** (-3,76)
Cantidad de productos ofrecidos (1 a 50)	-0,214* (-2,56)	-0,171* (-2,06)	0,00292 (0,03)	-0,214** (-2,58)	-0,173* (-2,09)	0,00536 (0,06)
Constante	-0,0676 (-0,57)	0,128 (1,07)	0,0671 (0,56)	-0,117 (-0,99)	0,0944 (0,79)	0,0262 (0,22)
/						
athrho	-1,798*** (-20,25)	-1,660*** (-19,91)	-1,633*** (-21,45)	-1,857*** (-20,34)	-1,696*** (-20,02)	-1,698*** (-22,05)
Insignia	1,434*** (29,66)	1,333*** (30,37)	1,214*** (32,02)	1,418*** (29,47)	1,312*** (29,97)	1,196*** (31,97)
<i>N</i>	2.023	1.909	1.701	2.023	1.909	1.701

Nota: Significancia: * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$. Estadísticos t están entre paréntesis.

Las variables sector y subsector económico, por su parte, fueron incluidas en las estimaciones iniciales, sin embargo, en todas las estimaciones realizadas no se obtuvieron coeficientes estadísticamente significativos, con excepción de los subsectores de marroquinería, transporte y agricultura para los años 2019 y 2020, y los sectores de TIC y actividades creativas solo para el año 2019. El efecto pandemia para comercializar sus productos, por un lado, y el uso de aplicaciones, por el otro, pueden estar explicando la relevancia de estos subsectores y sectores, respectivamente. Se evidenció además que la inclusión o no de estas variables no afectaba de forma importante los coeficientes estimados para las variables foco de este estudio. Por tal razón, las tablas donde se presentan los resultados no muestran información para estas.

Los resultados del segundo grupo de modelos, asociados a la variable facturación electrónica y su efecto sobre las ventas en 2019, 2020 y 2021, después de corregir el sesgo de selección, se muestran también en la Tabla 3. Nuevamente se evidencia que el coeficiente de corrección de selección es estadísticamente significativo en los tres modelos. Se puede ver que el impacto del sesgo de selección sobre las ventas es alto y de signo negativo. Lo anterior permite concluir que el método de Heckman es apropiado para estimar los efectos estudiados.

En la ecuación de selección, como se puede ver, aparecen el tamaño de la MiPyme y el número de empleados con educación tecnológica como variables que inciden significativamente en la probabilidad de selección de la muestra. En el primer caso la relación es negativa, mientras que en el segundo es positiva. Por su parte, no es posible concluir sobre las variables tipo de registro y cantidad de productos ofrecidos, puesto que resultan significativas solo en uno o dos de los modelos estimados, respectivamente.

Por el contrario, parece haber evidencia fuerte que muestra que la facturación electrónica tiene un efecto importante, positivo y significativo sobre las ventas de los tres períodos. Esto aún después de corregir el sesgo de selección bajo el método de Heckman. Las estimaciones muestran que el uso de la facturación electrónica puede generar un aumento de entre el 140% y 160% en las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá.

En este sentido, el análisis de corrección del sesgo de selección ofrece evidencia adicional que sostiene que la digitalización de procesos y la facturación electrónica tienen un efecto positivo y significativo sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá. Estos hallazgos son mucho

más contundentes para la variable de facturación electrónica, en comparación con el porcentaje de procesos digitalizados, algo que se evidenció también en los resultados del análisis de robustez.

Estimación del efecto causal de la digitalización de procesos y la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes

Finalmente, se aborda el problema de causalidad por medio de la técnica de emparejamiento por puntaje de propensión. Tal como se mencionó en la metodología, se realizó un cuasi-experimento en el que se crearon artificialmente dos grupos, uno con aquellas MiPymes que implementan la variable tecnológica (porcentaje de procesos digitalizados y facturación electrónica) y otro sin ella. Se compararon ambos grupos, controlando por los elementos que los diferencian. Así, se generó un grupo de tratamiento y otro de control artificiales, con el objetivo de entender la naturaleza de la intervención simulada.

Los resultados para la variable de porcentaje de procesos digitalizados se pueden ver en la Tabla 4. En dicha tabla se observa el efecto causal de esta variable tecnológica sobre las ventas en 2019, 2020 y 2021. Los datos muestran que el efecto de tener entre un 30% y 70% de los procesos digitalizados es positivo y estadísticamente significativo para el logaritmo de las ventas en 2020 y 2021, pero no para el año 2019. Todos los análisis realizados han mostrado consistentemente ausencia de significancia o robustez para los efectos de dicha variable sobre las ventas en 2019, mientras que, al mismo tiempo, la evidencia es contundente a favor de los efectos sobre las ventas en los años 2020 y 2021.

Tabla 4

Resultados de la estimación del efecto causal del porcentaje de procesos digitalizados y la facturación electrónica sobre las ventas de las MiPymes: pareo por puntaje de propensión.

Variable dependiente: Logaritmo de las ventas para cada año	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Variable de interés	Porcentaje procesos digitalizados	Porcentaje procesos digitalizados	Porcentaje procesos digitalizados	Facturación electrónica	Facturación electrónica	Facturación electrónica
Coefficiente estimado	0,480	0,781**	0,736***	2,259***	1,814***	2,008***
Error estándar	0,310	0,312	0,231	0,455	0,342	0,176
z	1,55	2,51	3,19	4,97	5,30	11,39
P> z	0,121	0,012	0,001	0,000	0,000	0,000
Número de observaciones	452	564	691	452	564	691

Nota: Significancia: * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$.

De acuerdo con los resultados, aquellas MiPymes que han logrado digitalizar entre un 30% y un 70% de sus procesos obtuvieron hasta un 73% y un 78% más de ventas durante los años 2020 y 2021. La teoría de la innovación basada en recursos ofrece un marco para entender estos resultados. Estas organizaciones pudieron haberse basado en sus propios recursos y capacidades para obtener una ventaja competitiva que los diferencie de las demás MiPymes. Las habilidades gerenciales para obtener recursos y capacidades que impulsen la orientación digital y el desarrollo de capacidades digitales pudieron desempeñar un papel fundamental en sus mejores resultados (Rupeika-Apoga et al., 2022).

En cuanto a la facturación electrónica, los coeficientes estimados y los valores p evidencian un efecto importante, positivo y significativo de la variable foco sobre las ventas de los tres años analizados (Tabla 4). Esto es consistente con los resultados de los análisis de robustez y las estimaciones basadas en el método de corrección del sesgo de selección de Heckman. Según las estimaciones, el efecto promedio del tratamiento (ATE), es decir, el efecto promedio de usar la facturación electrónica va de un 180% a un 225% de las ventas durante los años ya mencionados. Este efecto es aún mayor que el estimado bajo el método de Heckman.

La magnitud de este efecto puede estar influenciada por las consecuencias de la crisis ocasionada por la pandemia del covid-19. Una fuerte caída en las ventas de las MiPymes en 2020, seguida de una recuperación para 2021 pueden estar potenciando el efecto de la facturación electrónica sobre las ventas. Específicamente como consecuencia de un mayor uso del comercio electrónico y la venta por redes sociales como Instagram y WhatsApp. Esta conclusión está en línea con otros estudios que han mostrado el importante papel que jugaron el comercio electrónico, las redes sociales (Robayo-Botiva et al., 2022) y la facturación electrónica (Olaleye et al., 2023) durante la pandemia. Esto puede ser un ejemplo de cómo la crisis pudo acelerar la adopción de este tipo de tecnologías como una forma de sobrevivir a sus impactos negativos (Roba & Milos, 2023).

Finalmente, se realizaron estimaciones usando variables instrumentales para corregir un posible problema de endogeneidad por causalidad inversa, específicamente con la variable de facturación electrónica. El número de mujeres que trabajan en la organización y si el emprendimiento cuenta con políticas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SSST) resultan ser instrumentos estadísticamente adecuados. Tienen sentido teórico consistente con los trabajos de Chatterjee et al. (2020) y Suseno y Abbott (2021), respecto al primer instrumento, y el trabajo de

Song et al. (2020) respecto al segundo. Los resultados, que no alcanzaron a ser incluidos en esta investigación (pero están disponibles a solicitud), muestran que los coeficientes de la variable facturación electrónica siguen siendo estadísticamente significativos, es decir, el efecto de la facturación electrónica sobre las ventas se mantiene para los tres años analizados. Dichas estimaciones fueron replicadas para la variable de digitalización de procesos con resultados que confirman los efectos ya mencionados en este artículo.

Recomendaciones para la política pública y futuras investigaciones

Esta investigación presenta evidencia para el caso colombiano, y más específicamente, para el Valle de Aburrá, que apoya los efectos positivos de la implementación de las TIC sobre las ventas de las micro, pequeñas y medianas empresas. En este sentido, la construcción o creación de acciones, programas y proyectos que, en el marco de la política pública, promuevan la digitalización y automatización de procesos y el uso de la facturación electrónica como herramientas para mejorar los ingresos de las MiPymes, aparecen como mecanismos válidos para impulsar la tasa de supervivencia de este tipo de organizaciones.

En esa misma dirección, la evidencia muestra que el compromiso de los dueños o gerentes con la definición de estrategias y la gestión de TIC, así como la experiencia en la implementación de estas, es fundamental para que los beneficios de la transformación digital se traduzcan en mejoras en el desempeño de las MiPymes (Jones, 2017). No obstante, en países como Colombia el acceso a capital, tecnología y mano de obra calificada está fuertemente limitado para este tipo de organizaciones. Así pues, la política pública aparece como una herramienta idónea para ayudar a que los emprendedores enfrenten este tipo de barreras con mejores capacidades.

El acceso a recursos comunes, la formación para el desarrollo de habilidades digitales tanto en empleados como gerentes, la construcción de modelos de negocio basados en la transformación digital, entre otros, son ejemplos de estrategias que desde la política pública podrían aportar a la competitividad de los emprendimientos. Así mismo, es necesario que los gobiernos y quienes lideran la construcción de la política pública diseñen estrategias de divulgación y comunicación que permitan dar a conocer a los emprendedores los beneficios de las herramientas digitales. Los hallazgos de este estudio pueden ser usados para mostrar dichos beneficios.

Finalmente, futuras investigaciones pueden usar los resultados de este artículo para, basándose en técnicas de investigación cualitativa, entender la forma en que se dan los efectos estimados para las micro, pequeñas y medianas empresas. Adicionalmente, otros estudios podrían usar datos longitudinales para estimar si los efectos de la digitalización y la facturación electrónica sobre las ventas se mantienen en el largo plazo.

Conclusiones

Diversos estudios han mostrado los efectos positivos de la digitalización de procesos (Teng et al., 2022; Alam et al., 2022; Elbeltagi et al., 2016) y la facturación electrónica (Bellon et al., 2022; Mutunga & Makhamara, 2020; Poel et al., 2015; Tao, 2013) sobre el desempeño de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes). No obstante, se trata de temas que han sido poco explorados en la investigación académica colombiana, cuyo interés ha crecido en años recientes, que se han enfocado principalmente en empresas de gran tamaño y que han tenido poco desarrollo en países latinoamericanos (Costa Melo et al., 2023; Pfister & Lehmann, 2021; Olaleye et al., 2023). En este sentido, este trabajo significa un aporte en un campo de conocimiento de importante estudio en países como Colombia, y que presenta evidencia consistente sobre los efectos de estas variables en el contexto de las MiPymes en países en desarrollo.

También, los datos usados en este estudio evidencian los bajos niveles de adopción tecnológica existentes entre las MiPymes del Valle de Aburrá. Esto refleja que un gran porcentaje de estas organizaciones no logran superar las primeras etapas que plantea la teoría de la difusión de la innovación, lo que se constituye seguramente en una ventaja competitiva para aquellas MiPymes que si logran sortear con éxito cada una de esas etapas. Las limitaciones de acceso a recursos, mano de obra calificada y conocimientos sobre las herramientas digitales, a las que se deben enfrentar las MiPymes en países en desarrollo como el nuestro (Bai et al., 2021), no permiten que muchas de estas organizaciones superen las etapas de conocimiento e interés.

Por otra parte, las estimaciones realizadas muestran que las variables foco de este estudio, porcentaje de procesos digitalizados y facturación electrónica, tienen un efecto claro y robusto sobre las ventas de las MiPymes del Valle de Aburrá durante los años 2019, 2020 y 2021. Dichos efectos son consistentes bajo la aplicación de diversas técnicas econométricas. Los análisis de

robustez, la aplicación del método de Heckman en dos etapas para la corrección del sesgo de selección y el pareo por puntaje de propensión para la estimación del efecto causal así lo mostraron.

Por último, los análisis realizados mostraron que la teoría de la innovación basada en recursos ofrece un marco analítico idóneo para entender tanto la dirección como la magnitud de los efectos estimados. Las MiPymes que se basaron en sus propios recursos y capacidades para la orientación digital obtuvieron una ventaja competitiva que les permitió mayores niveles de ventas, consistente con la hipótesis que se deriva de nuestra elucubración teórica. En este sentido, la inversión en tecnologías digitales, el desarrollo de habilidades digitales en empleados y gerencia, las estrategias de transformación digital (Teng et al., 2022), entre otras medidas, se convierten en factores claves para impulsar los beneficios de la transformación digital en el rendimiento de las MiPymes y sobrevivir a la crisis del covid-19.

Referencias

- Abebe, M. A. (2014). Electronic commerce adoption, entrepreneurial orientation and small- and medium-sized enterprise (SME) performance. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, *21*, 100-116.
- Acevedo, O. L., Méndez-Pinzón, M., & Vélez-Rolón, A. M. (2023). Resilience of Colombian Entrepreneurships during COVID-19 Pandemic Crisis. *Social Sciences*, *12*(130). doi:<https://doi.org/10.3390/socsci12030130>
- Adomako, S., & Ahsan, M. (2022). Entrepreneurial passion and SMEs' performance: Moderating effects of financial resource availability and resource flexibility. *Journal of Business Research*, *144*, 122-135.
- Akpan, I. J., Udoh, E. A., & Adebisi, B. (2022). Small business awareness and adoption of state-of-the-art technologies in emerging and developing markets, and lessons from the COVID-19 pandemic. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, *34*(2), 123-140. doi:<https://doi.org/10.1080/08276331.2020.1820185>
- Alam, K., Afshar Ali, M., Erdiaw-Kwasie, M., Shahiduzzaman, M., Velayutham, E., Murray, P. A., & Wiesner, R. (2022). Impact of ICTs on Innovation and Performance of Firms: Do Start-ups, Regional Proximity and Skills Matter? *Sustainability*, *14*(5801), 1-18.
- Anif. (2021). *Comentario económico del día - Retos y oportunidades de las Pymes*. Anif - Centro de Estudios Económicos, Bogotá D.C.
- As'ad, I., Alwi, M., Anitasari, B., Sinlae, A. A., Nugroho, F., & Anwar, K. (2022). The Implementation of E-Commerce for Micro, Small and Medium Enterprises (MSMES) in covid-19 Pandemic Era. *International Conference on Social, Economics, Business, and Education (ICSEBE 2021)* (págs. 42-45). Atlantis Press.
- Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2023). Evaluating internal and external knowledge sources in firm innovation and productivity: an industry perspective. *R&D Management*, *53*(1), 168-192.
- Autio, E., & Rannikko, H. (2016). Retaining winners: Can policy boost high-growth entrepreneurship? *Research policy*, *45*(1), 42-55. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.002>

- Bacq, S., Hertel, C., & Lumpkin, G. T. (2022). Communities at the nexus of entrepreneurship and societal impact: A cross-disciplinary literature review. *Journal of Business Venturing*, 37(5), 106231.
- Bai, C., Quayson, M., & Sarkis, J. (2021). COVID-19 pandemic digitization lessons for sustainable development of micro-and small-enterprises. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1989-2001.
- Ballerini, J., Herhausen, D., & Ferraris, A. (2023). How commitment and platform adoption drive the e-commerce performance of SMEs: A mixed-method inquiry into e-commerce affordances. *International Journal of Information Management*, 102649.
- Becerra Molina, E., & Ojeda Orellana, R. (2022). Beneficios de la facturación electrónica en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador. *Visionario Digital*, 6(4), 76-97. doi:<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v6i4.2366>
- Bellon, M., Chang, J., Dabla-Norris, E., Khalid, S., Paliza, J. C., & Villena, P. (2022). *Digitalization and Tax Compliance Spillovers: Evidence from a VAT e-Invoicing Reform in Peru*. International Monetary Fund.
- Beltrán, G. J., & Miguel, P. (2014). Doing culture, doing business: A new entrepreneurial spirit in the Argentine creative industries. *International Journal of Cultural Studies*, 17(1), 39–54. doi:<https://doi.org/10.1177/1367877912461906>
- Bertoni, F., d'Adda, D., & Grilli, L. (2019). Self-selection of entrepreneurial firms in thin venture capital markets: Theory and empirical evidence. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 13(1), 47-74. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/sej.1280>
- Bertoni, F., Martí, J., & Reverte, C. (2019). The impact of government-supported participative loans on the growth of entrepreneurial ventures. *Research Policy*, 48(1), 371-384. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.09.006>
- Botello Peñaloza, H. A., & Pedraza Avella, A. C. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación y el desempeño de las firmas: evidencia de las firmas industriales del Ecuador. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(31), 19-32.
- Boudreaux, C. J., Nikolaev, B. N., & Holcombe, R. (2018). Corruption and destructive entrepreneurship. *Small Business Economics*, 51, 181-202. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9927-x>

- Cáceda Ñazco, K. S., & Moreno Rodríguez, A. R. (2019). Impacto económico financiero de la facturación electrónica en las pequeñas y medianas empresas comerciales de la ciudad de Trujillo periodo: 2015-2017. *Conocimiento para el Desarrollo*, 10(1), 25-33. doi:<https://doi.org/10.17268/CpD.2019.01.04>
- Cader, H. A., & Leatherman, J. C. (2011). Small business survival and sample selection bias. *Small Business Economics*, 37, 155-165. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9240-4>
- Calvo, J. L. (2006). Testing Gibrat's law for small, young and innovating firms. *Small business economics*, 26, 117-123. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11187-004-2135-5>
- Chatterjee, S., Gupta, S., & Upadhyay, P. (2020). Technology adoption and entrepreneurial orientation for rural women: Evidence from India. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120236. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120236>.
- Confecámaras. (2023). *La supervivencia empresarial en Colombia: estudio de los factores clave que impulsan la permanencia de las empresas en el mercado*. Bogotá D.C.: Confecámaras - Red de Cámaras de Comercio.
- Cooper, C., Pereira, V., Vrontis, D., & Liu, Y. (2023). Extending the resource and knowledge based view: Insights from new contexts of analysis. *Journal of Business Research*, 156, 113523.
- Coronel, L., Torres, G., López, G., & Torres, G. (2022). Impactos económicos y empresariales por covid-19 en el Aburrá Sur. Cámara de Comercio Aburrá Sur y Universidad de Antioquia, 2022.
- Costa Melo, I., Alves Queiroz, G., Alves Junior, P. N., Botelho de Sousa, T., Yushimito, W. F., & Pereira, J. (febrero de 2023). Sustainable digital transformation in small and medium (SMEs): a review on performance. *Heliyon* (9).
- Doan, A. T., Khan, A., Holmes, S., & Tran, T. (2021). SMEs' efficiency in a transitional economy: does innovation and public support schemes matter? *Journal of the Asia Pacific Economy*, 1-32.
- Elbeltagi, I., Hamad, H., Moizer, J., & Abou-Shouk, M. (2016). Levels of Business to Business E-Commerce Adoption and Competitive Advantage in Small and Medium-Sized Enterprises: A Comparison Study Between Egypt and the United States. (P. B. School, Ed.) *Journal of Global Information Technology Management*, 1-43.

- Fernández M., C. (2020). Informalidad empresarial en Colombia. *Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social*, *L*, 133-168.
- Figueroa González, E. G. (2015). Rentabilidad y uso de comercio electrónico en las micro, pequeñas y medianas empresas del sector comercial. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *6*(11), 1-24.
- Gao, J., Siddik, A. B., Khawar Abbas, S., Hamayun, M., Masukujjaman, M., & Alam, S. S. (2023). Impact of E-Commerce and Digital Marketing Adoption on the Financial and Sustainability Performance of MSMEs during the COVID-19 Pandemic: An Empirical Study. *Sustainability*, *15*, 1594. doi: <https://doi.org/10.3390/su15021594>
- Heckman, J. J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, *47*(1), 153–161. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/1912352>
- Herrera-Rodríguez, M., Gutiérrez-Ortiz, M. E., & Torres-Fernández, C. (2022). Impacto de la publicidad tradicional y digital en la resiliencia de las mipymes del sur de Tamaulipas durante COVID-19. *CienciaUAT*, *17*(1), 73-88. doi: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v17i1.1603>
- Hilbert, M. R., & Katz, J. (2002). Toward a conceptual framework and public policy agenda for the information society in Latin America and the Caribbean. ECLAC.
- Hincapie Grajales, L. F. (2020). *Facturación electrónica. Una mirada desde el punto de vista del ahorro en las MiPymes de la ciudad de Medellín*. Medellín: Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria.
- Jardon, C. M., & Martínez-Cobas, X. (2020). Culture and competitiveness in small-scale Latin-American forestry-based enterprising communities. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, *14*(2), 161-181.
- Jeong, S. W., & Chung, J. E. (2023). Enhancing competitive advantage and financial performance of consumer-goods SMEs in export markets: how do social capital and marketing innovation matter? *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, *35*(1), 74-89.
- Jones, C. (2017). *Análisis del desempeño organizacional asociado a la adopción de Tecnologías de Información y Comunicación y Comercio Electrónico en Micro, Pequeñas y Medianas Empresas comerciales y de servicios de Córdoba, Argentina*. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Económicas, Mención Ciencias Empresariales, Orientación Contabilidad, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba - Argentina.

- Jurado-Zambrano, D.A., Velez-Ocampo, J. and López-Zapata, E. (2023), "Smart governance strategies and their relationships with SDGs in three Latin American cities", *Management Research*, Vol. 21 No. 1, pp. 7-33. <https://doi.org/10.1108/MRJIAM-01-2022-1270>.
- Lira Camargo, Z. R., Terrones Gálvez, E. I., Ostos Rodríguez, E., Marcelo Milla, J. A., & Lira Camargo, J. (2022). Tecnología de la información y comunicación en la gestión de las Pymes - Perú. *La Investigación Científica en Diversas Ciencias - Colección científica educación, empresa y sociedad*, 15, 389-406. doi:<https://doi.org/10.34893/o5438-7720-2889-r>
- Liu, Q., Lu, R., & Zhang, C. (2014). Entrepreneurship and spillovers from multinationals: Evidence from Chinese private firms. *China Economic Review*, 29, 95-106. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2014.03.005>
- Long, A., Wood, M. S., & Bennett, D. L. (2023). Entrepreneurial organizing activities and nascent venture performance. *Small Business Economics*, 60(2), 433-461. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00595-1>
- Mahieu, J., Melillo, F., & Thompson, P. (2022). The long-term consequences of entrepreneurship: Earnings trajectories of former entrepreneurs. *Strategic Management Journal*, 43(2), 213-236.
- Meier, A. (2022). Impacts of Digitalization on Small-and Medium-Sized Enterprises—Framework Development Based on a Systematic Review of the Literature from Two Decades. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 20(1).
- Mihailović, B., Radić Jean, I., Popović, V., Radosavljević, K., Chronos Krasavac, B., & Bradić-Martinović, A. (2020). Farm differentiation strategies and sustainable regional development. *Sustainability*, 12(17), 7223. doi:<https://doi.org/10.3390/su12177223>
- Molina-Sánchez, R., López-Salazar, A., & López-Salazar, G. L. (2023). Innovación, financiamiento y gestión empresarial, factores que determinan la resiliencia de las Mipymes. Un modelo explicativo con ecuaciones estructurales. *Ciencias Administrativas Teoría y Praxis* (1), 31-47. doi:<https://doi.org/10.46443/catyp.v19i1.319>
- Mosquera Carrascal, A., Vergel Quintero, D., & Bayona Trillos, R. A. (2021). Herramientas tecnológicas en micro, pequeñas y medianas empresas colombianas: Una necesidad estratégica frente al covid-19. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII(Especial 4), 61-75.

- Muñoz Villegas, A. M., & Mosquera Carrascal, A. (2021). Competitividad de las empresas pymes al implementar la factura electrónica. *Desarrollo Gerencial*, 13(2), 1-26. doi:<https://doi.org/10.17081/dege.13.2.4711>
- Muñoz, J., & Young, C. (2018). We ran 9 billion regressions: Eliminating false positives through computational model robustness. *Sociological Methodology*, 48(1), 1-33.
- Muro, C. D. C. (2022). Políticas Públicas Preliminares para la Cuarta Revolución Industrial en América Latina. GOVTECH, 14.
- Mutunga, J. M., & Makhamara, F. H. (2020). E-invoicing and the performance of small and medium enterprises in Nairobi City County Kenya. *The Strategic Journal of Business & Change Management*, 7(3), 1404 – 1415.
- Nooteboom, B. (1994). Innovation and diffusion in small firms: Theory and evidence. *Small Business Economics*, 6, 327–347.
- OIT, ANDI y Acopi. (2020). *Impacto de la COVID-19 en las Mipymes colombianas*. Colombia: OIT.
- Olaleye, S. A., Sanusi, I. T., Dada, O. A., & Agbo, F. J. (2023). A bibliometric review of global visibility, impact and adoption of electronic invoicing: The past and the future. *Heliyon*, 9(3), 1-25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13726>
- Osabohien, R., Worgwu, H., Adediran, O., & Soomro, J. A. (2022). Social entrepreneurship and future employment in Nigeria. *International Social Science Journal*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/issj.12360>
- Patel, P. C., Kohtamäki, M., Parida, V., & Wincent, J. (2015). Entrepreneurial orientation-as-experimentation and firm performance: The enabling role of absorptive capacity. *Strategic Management Journal*, 36(11), 1739-1749.
- Pfister, P., & Lehmann, C. (2021). Returns on digitisation in SMEs—a systematic literature review. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 35:4, 574-598. <https://doi.org/10.1080/08276331.2021.1980680>
- Poel, K., Marneffe, W., & Vanlaer, W. (2015). *The Cost Savings, Enablers and Barriers of Electronic Invoicing in Belgium*. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2546815
- Puhani, P. (2000). The Heckman correction for sample selection and its critique. *Journal of economic surveys*, 14(1), 53-68. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00104>

- Rehman, N. U., Hysa, E., & Mao, X. (2020). Does public R&D complement or crowd-out private R&D in pre and post economic crisis of 2008? *Journal of Applied Economics*, 23(1), 349-371.
- Reis, J., Amorim, M., Melao, N., Cohen, Y., & Rodrigues, M. (2020). Digitalization: A Literature Review and Research Agenda. In: Anisic, Z., Lalic, B., Gracanin, D. (eds) *Proceedings on 25th International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management – IJCIEOM. IJCIEOM 2019* (págs. 443-456). Springer, Cham. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-030-43616-2_47
- Roba, G. B., & Milos, M. (2023). Digital Transformation of SMEs During the COVID-19 Pandemic. En *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications* (Vol. 6, págs. 585-606). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Robayo-Botiva, D. M., Díaz Aragón, A. D., Rivera Gómez, I., & Londoño Cabrera, K. J. (2022). Análisis del estado del comercio electrónico desde la perspectiva del consumidor y de las pequeñas y medianas empresas de un sector servicios y comercio en la ciudad de Villavicencio para determinar su importancia en contexto actual de la pandemia. *Criterio Libre* (36), 1-22.
- Rocha, V., Carneiro, A., & Varum, C. A. (2015). Serial entrepreneurship, learning by doing and self-selection. *International Journal of Industrial Organization*, 40, 91-106. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2015.04.001>
- Romero Lalangui, M. A., Delgado Olaya, R. M., Yanez Sarmiento, M. M., Carchi Arias, K. L., & Zambrano Morales, A. A. (2022). Effects of electronic invoicing, microenterprise sector in the province of El Oro. En *Education development and its link to community engagement second edition* (págs. 123-164). Guayaquil, Ecuador: Editorial Grupo Compás.
- Rupeika-Apoga, R., Petrovska, K., & Bule, L. (2022). The Effect of Digital Orientation and Digital Capability on Digital Transformation of SMEs during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*(17), 669–685.
- Song, C., Park, K., & Kim, Y. (2020). Socio-cultural factors explaining technology-based entrepreneurial activity: Direct and indirect role of social security. *Technology in Society*, 61, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101246>.
- Sun, T., Zhang, W.-W., Sorin Dinca, M., & Raza, M. (2022). Determining the impact of covid-19 on the business norms and performance of SMEs in China, *Economic Research-Ekonomska*

- Istraživanja, 35:1, 2234-2253. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 2234–2253. doi:<https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1937261>
- Suseno, Y., & Abbott, L. (2021). Women entrepreneurs' digital social innovation: Linking gender, entrepreneurship, social innovation and information systems. *Information Systems Journal*, 31, 717 - 744. <https://doi.org/10.1111/isj.12327>.
- Takeda, A., Truong, H. T., & Sonobe, T. (2022). The impacts of the COVID-19 pandemic on micro, small, and medium enterprises in Asia and their digitalization responses. *Journal of Asian Economics*(82), 1-21.
- Tao, M. (2013). *Operators' Value Creation Models in Electronic Invoicing-User Company Perspective*. Department of Information and Service Economy. Aalto University, School of Business.
- Teng, X., Wu, Z., & Yang, F. (2022). Research on the Relationship between Digital Transformation and Performance of SMEs. *Sustainability*, 14(6012), 1-17.
- Tenhunen, M., & Penttinen, E. (2010). Assessing the Carbon Footprint of Paper vs. Electronic Invoicing. *ACIS 2010 Proceedings*, 1-11. Obtenido de <http://aisel.aisnet.org/acis2010/95>
- Tolba, A., Karadeniz, E., Boutaleb, F., Bouhaddioui, C., Menipaz, E., Pereira, F., ... & Schøtt, T. (2022). Exports during the pandemic: enhanced by digitalization. *Small Enterprise Research*, 29(3), 308-327.
- Tran, T. B., Nguyen, H. C., Mai Nguyen, T. X., & Thao Ngo, T. P. (2012). A propensity score matching analysis on the impact of international migration on entrepreneurship in Vietnam, *Journal of the Asia Pacific Economy*, 17(4), 653-669.
- ur Rehman, M., ur Rehman, S. K., & Khan, R. (2023). Assessing Innovative Activity and Commercialization in SMEs – A Study of SMEs in Punjab. *Devotion: Journal of Research and Community Service*, 4(5), 1116-1125. doi:<https://doi.org/10.59188/devotion.v4i5.473>
- Villa Castaño, L. E., & Perdomo Ortiz, J. (2022). covid-19 y microempresas: un estudio exploratorio en Bogotá-Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 27(98), 781-800. Obtenido de <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.25>
- Wairimu, J., Liao, Q., & Zhang, L. (2022). Digital investments in organizational learning and entrepreneurial agility. *Journal of Computer Information Systems*, 62(6), 1169-1181.
- Wang, J., & Bai, T. (2021). How digitalization affects the effectiveness of turnaround actions for firms in decline. *Long Range Planning (LRP)*, 1-19.

- Young, C. (2018). Model uncertainty and the crisis in science. *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 4, 1–7.
- Young, C., & Holsteen, K. (2017). Model uncertainty and robustness: A computational framework for multimodel analysis. *Sociological Methods & Research*, 46(1), 3-40.
- Zhang, C., Chen, P., & Hao, Y. (2022). The impact of digital transformation on corporate sustainability-new evidence from Chinese listed companies. *Frontiers in Environmental Science*, 10. doi:10.3389/fenvs.2022.1047418.