

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Negocios y Administración Pública

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

El uso de *software* en la industria del Partido de
General Pueyrredon y su relación con la
competitividad

*The use of the software in the Partido de General
Pueyrredon industry and its relationship with
competitiveness*

AUTORA: LIZZIE MARCEL

DIRECTORA: NATACHA LISERAS

CODIRECTORA: LUCÍA M. MAURO

19 DE MAYO DE 2023

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a la Universidad Nacional de Mar del Plata, y a todos aquellos que directa e indirectamente sostienen la Universidad pública, por brindarme la posibilidad de realizar esta maestría. A mis directoras, Natacha y Lucía, por su dedicación y apoyo durante el proceso, y por contribuir a mi formación académica a lo largo de estos años. A los integrantes del grupo de investigación Análisis Industrial, de quienes recibí sugerencias y me alentaron a presentar los avances en Congresos y Jornadas que fueron muy valiosos para lograr este producto final. A mis compañeros de la maestría con quienes compartimos largas jornadas de estudio y que hicieron que el proceso, que empezó durante la pandemia, sea más sencillo y enriquecedor.

Por último, y no menos importante, a mi familia y amigos. Quisiera mencionar especialmente a mi mamá, Fiamma, Emma, Andrea y Facundo, cuyos oídos, lecturas y acompañamiento fueron esenciales para culminar esta maestría.

Resumen

El paradigma productivo actual se caracteriza por el crecimiento en el uso y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), dentro de las cuales el *software* se ha transformado en una de las más relevantes para las empresas, por los numerosos beneficios de su incorporación. El objetivo general de esta investigación es estudiar las características del proceso de adopción y el uso de *software* por parte de las empresas industriales del Partido de Gral. Pueyrredon (PGP) y el aporte a su competitividad. En base a datos relevados en 2018 para 280 empresas industriales del PGP, se elaboran perfiles de empresas que caracterizan su modo de utilización de *software* mediante técnicas de análisis multivariado y se compara su desempeño mediante pruebas chi-cuadrado. En relación con la adopción en sí, se analizan los factores asociados al uso de *software* por parte de dichas firmas a través de modelos lineales generalizados. Por último, se modela la complementariedad entre el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación mediante modelos *probit* bivariados.

Los principales resultados sugieren que existen distintos perfiles de empresas respecto del uso de *software* y que las firmas que tienen un uso mayor de *software* - caracterizadas por ser innovadoras, contratar programas a medida y tener más ocupados calificados- son las que tienen un desempeño superior. Con respecto a la modelación econométrica, los resultados indican que los esfuerzos de innovación y la proporción de trabajadores calificados son importantes para explicar el mayor uso de *software* en las empresas. Por último, el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación son complementarias entre sí.

La presente investigación aporta evidencia a la literatura sobre uso de TIC, innovación y productividad a nivel firma para una ciudad de desarrollo intermedio. En particular, se avanza en una línea poco explorada: la complementariedad entre el uso de *software* y la innovación. Además del aporte científico, estos resultados pueden ser un punto de partida para el diseño de políticas públicas que apunten a difundir el uso de *software* en el entramado productivo local con foco en la innovación como estrategia clave para dinamizar este proceso.

Palabras clave: Sector manufacturero (L6) –Innovación (O30) –Difusión de TIC (O33) – Modelo de elección binaria y discreta (C25-C35)

Abstract

The current productive paradigm is characterized by the increasing use and Development of Information and Communication Technologies (ICT), within which software has become one of the most relevant for firms due to the many benefits of its incorporation. The general objective of this research is to study the characteristics of the adoption process and the use of software by industrial companies in the Partido de Gral. Pueyrredon (PGP) and its effect to their competitiveness. In particular, we elaborate firms' profiles based on their use of software by multivariate analysis techniques and compare their performance with chi-square tests. Concerning the adoption itself, we intend to analyze the factors associated with the use of software through generalized linear models. Finally, the complementarity between software use and innovation performance is estimated by bivariate probit models. We use data surveyed in 2018 for 280 industrial firms in the PGP.

The main results suggest that firms with higher software use –characterized by being innovative, hiring custom programmes and having more skilled employees- have a superior performance. The econometric modelling indicate that innovation efforts and worker qualifications are important to explain software use in firms. Finally, use of software and innovative performance complement each other.

This research contributes with empirical evidence to the literature on ICT use, innovation, and productivity at the firm level for a medium-size city of Argentina. Particularly, it is worth noting that this research advances in a line that has been little explored: the complementarity between the use of software and innovation. In addition, these results are a starting point for the design of public policies aimed to spread their use throughout the local productive sector, focusing on innovation as a key strategy to boost this process.

Keywords: *Manufacturing –Innovation – ICT Diffusion–Binary and discrete choice models*

Índice

1.	Introducción.....	8
2.	Planteamiento del tema.....	11
2.1	Objetivo general y específicos.....	13
2.2	Hipótesis.....	13
3.	Marco teórico.....	13
3.1	TIC y <i>software</i> : incorporación e impacto en la firma.....	13
3.2	Factores asociados al uso de TIC y de <i>software</i>	16
3.2.1	Factores estratégicos.....	16
3.2.2	Factores estructurales.....	24
3.3	Complementariedad entre TIC e innovación.....	27
3.4	Síntesis y derivación de hipótesis.....	29
3.4.1	Hipótesis.....	29
4.	Metodología.....	30
4.1	Fuente de datos.....	30
4.2	Definición de variables.....	31
Uso de software.....	31	
Innovación.....	32	
Desempeño.....	32	
4.3	Técnicas de análisis.....	35
4.3.1	Análisis de correspondencias múltiples (ACM).....	35
4.3.2	Modelos Lineales Generalizados (MLG).....	37
Poder predictivo del modelo.....	40	
Tablas de clasificación.....	40	
Curva ROC.....	41	
4.3.3	Modelo probit bivariado.....	42
5.	Resultados.....	44
5.1	Análisis descriptivo.....	44
5.2	Análisis multivariado.....	54
5.3	Análisis de asociación entre perfiles y desempeño.....	57
5.4	Estimación MLG.....	58
5.4.1	Modelo logit.....	60
5.4.2	Modelo log-normal.....	62
5.5	Estimación probit bivariada.....	64
5.6	Discusión de los resultados.....	66
6.	Reflexiones finales.....	73
6.1	Conclusiones.....	73

6.2 Implicancias de política	77
6.3 Consideraciones y futuras líneas de investigación	81
Referencias bibliográficas	83
Anexos	101
Anexo 1. Contenidos complementarios al marco teórico	101
Anexo 2. Script de R. ACM y estimación modelos de regresión	105
Anexo 3. Estimaciones econométricas adicionales	107

Índice de tablas

Tabla 1. Definición de variables	33
Tabla 2. Definición de Sector intensivo	34
Tabla 3. Tabla de clasificación	41
Tabla 4. Porcentaje de empresas que utiliza software por rama de actividad	48
Tabla 5. Porcentaje de empresas que utiliza software por estrato de tamaño	48
Tabla 6. Porcentaje de empresas que usa software (grado) por sector	51
Tabla 7. Porcentaje de empresas que usa software (grado) por estrato de tamaño	51
Tabla 8. Tipo de contratación de software por rama de actividad (en %)	52
Tabla 9. Tipo de contratación de software por estrato de tamaño (en %)	52
Tabla 10. Grado de uso de software por resultados de innovación (en %)	53
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables categóricas y continuas	54
Tabla 12. Empresas según perfil de uso de software y desempeño en relación con el sector de actividad	57
Tabla 13. Empresas según perfil de uso de software y desempeño en relación con la rama de actividad	58
Tabla 14. Estimación de los modelos logit y log-normal	59
Tabla 15. Probabilidades del modelo logit	61
Tabla 16. Tabla de clasificación del Modelo logit	61
Tabla 17. Probabilidades del modelo log-normal	64
Tabla 18. Grado de uso de software y resultados de innovación: estimación probit bivariada	65
Tabla 19. Prueba de Wald de igualdad de efectos	66
Tabla 20. Probabilidades conjuntas estimadas	66
Tabla A1. Perspectivas teóricas sobre incorporación de TIC a nivel firma	101
Tabla A2. Literatura empírica sobre factores asociados a la adopción de TIC	101
Tabla A3. Especificación alternativa al modelo logit	107
Tabla A4. Robustez del modelo logit	108
Tabla A5. Robustez del modelo log-normal	109

Índice de figuras

Figura 1. Factores asociados al uso de software y su relación con el desempeño y la innovación	30
Figura 2. Transformación de la tabla de contingencia	36
Figura 3. Distribución de empresas por rama de actividad agrupada (en %)	45
Figura 4. Distribución de empresas por sector (en %)	46
Figura 5. Distribución de empresas por estrato de tamaño (en %)	46
Figura 6. Porcentaje de empresas que utiliza software en al menos un área	47
Figura 7. Porcentaje de empresas que utilizan software por área	49

Figura 8. Porcentaje de empresas por grado de uso de software	50
Figura 9. Porcentaje de empresas que utilizan software por número de áreas	50
Figura 10. Porcentaje de empresas que utilizan software por tipo de contratación	51
Figura 11. ACM de Empresas que utilizan <i>software</i> por áreas con elipses de concentración (sector).....	55
Figura 12. ACM de Empresas que utilizan software por áreas con elipses de concentración (rama de actividad).....	56
Figura 13. Curva ROC del Modelo logit	62

1. Introducción

El paradigma productivo actual se caracteriza por el desarrollo y uso creciente de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las cuales incluyen servicios de gestión y mantenimiento de aplicaciones, videojuegos, animación y simulación, redes e infraestructura, consultoría, y *software* y servicios informáticos (Miles, 2005).¹ El *software* se ha transformado en una de las inversiones TIC más relevantes para las empresas dados los numerosos beneficios de su incorporación (Taştan & Gönel, 2020).

Si bien están documentados los beneficios del uso de TIC en general y de *software* en particular, su adopción no se encuentra totalmente difundida entre las empresas y la intensidad de uso varía ampliamente (Gómez et al., 2012; Khalifa, 2022; Moncaut et al., 2017; Rotondo et al., 2013; Thong, 1999; Yoguel et al., 2004). Este uso desigual de TIC también existe entre países, lo cual amplía la brecha digital entre las economías más avanzadas y los países menos desarrollados (ALADI, 2005; Soler Calvo, 2019).

En Argentina, datos relevados en 2018 señalan que el 80% de las empresas implementan tecnologías de primera y segunda generación, dentro de las cuales se encuentra el *software* (Albrieu et al., 2019).² Los datos provistos por la Clínica Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires indican que un 61% de las PyMEs usa algún programa de tipo administrativo-contable, considerado generalmente como un *software* básico (Herrera Bartis & Neira, 2020). En el plano local, el 75% de las firmas industriales de más de 5 ocupados del Partido de General Pueyrredon (PGP) utilizan *software* en al menos una de sus áreas, principalmente en gestión administrativa (Graña et al., 2019). Sin embargo, su aporte específico y los factores que se asocian e inciden en su adopción han sido poco explorados. Por lo tanto, cabe preguntarse cómo se caracterizan las empresas y cuáles son los factores que influyen en la decisión de uso de *software* a nivel firma.

En la literatura se mencionan numerosos factores que inciden en el uso de TIC en la empresa, operacionalizado en forma más amplia (por ejemplo, adopción general de

¹ Es importante resaltar que el concepto TIC es amplio y dinámico, y sus límites han cambiado en los últimos años. Varias de las que se llamaron “nuevas TIC” (Internet y aplicaciones básicas) se encuentran en una etapa de madurez tecnológica en la actualidad (Dini et al., 2021).

² La cobertura geográfica de la muestra considera las principales jurisdicciones del país, como Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Tucumán y Mendoza.

TIC) o más estricta (como implementación de *eCommerce*, banda ancha o *software*, tal como se utiliza en este trabajo). Entre ellos se destacan factores que se relacionan o bien con la estructura de la empresa (tamaño y sector al que pertenece) o con sus capacidades y estrategias (capacidades acumuladas, gestión de la calidad, comportamiento exportador, diversificación e inversión) (Arvanitis, 2005; Breard & Yoguel, 2013; Fabiani et al., 2005; Galliano et al., 2001; García-Moreno et al., 2018; Gómez et al., 2012; Karshenas & Stoneman, 1993; León García et al., 2018; Yoguel et al., 2004).

Adicionalmente, este trabajo avanza en el estudio de la complementariedad entre el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación. Existen investigaciones que abordan la complementariedad entre innovación y comportamiento exportador (Aw et al., 2011; Bernard & Jensen, 1999; Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013; Girma et al., 2008; Liseras & Mauro, 2020; Neves et al., 2016), entre distintos tipos de TIC (Battisti et al., 2007; Galliano et al., 2001; Grazzi & Jung, 2019; Waters, 2017), y entre la innovación y el uso de TIC (Hall et al., 2013; Mohnen et al., 2018). En este contexto, esta propuesta es novedosa tanto por la especificidad de la variable utilizada para aproximar el uso de TIC (uso de *software*) como por la escasez de estudios que aborden este vínculo en empresas de países desarrollados y en desarrollo.

El Partido de General Pueyrredon, del cual la ciudad de Mar del Plata es cabecera y cuyo Parque Industrial se ubica en la localidad de Batán, posee un importante polo tecnológico y un tejido industrial muy diverso. La estructura productiva del Partido se encuentra conformada, principalmente, por Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) de gestión familiar, concentradas en las ramas Alimentos y Bebidas, Alimenticia pesquera y en el complejo Metalmecánico. Aproximadamente la cuarta parte de las empresas industriales con más de 5 ocupados exportan y se localizan principalmente en el Parque Industrial y en el puerto de Mar del Plata (Graña et al., 2019). La industria manufacturera en particular, es el rubro que más contribuye al sector secundario del PGP y su incidencia sobre Producto Bruto Geográfico (PBG) local se encuentra próxima al 19%, siendo el segundo en orden de participación, detrás de Comercio y Reparaciones (Lacaze et al., 2014).³ La importancia del estudio de estas firmas y sus oportunidades de inserción en el paradigma tecnológico actual se debe a su relevancia económica dentro del Partido.

³ Últimos datos disponibles para el PGP.

Para este trabajo, se utiliza información relevada en 2018 correspondiente a 280 empresas industriales del PGP. A partir de esta fuente, se elaboran perfiles de uso de *software* mediante el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y se compara el desempeño entre dichos perfiles, se estiman modelos lineales generalizados para determinar los factores asociados al uso de *software*, así como también un modelo *probit* bivariado para estimar si el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación son decisiones complementarias.

Los principales resultados indican que existen dos perfiles bien distintos de empresas: uno de uso mayor y otro de uso menor de *software*. El primer perfil lo componen firmas innovadoras, que contratan programas a medida, invierten, están diversificadas y tienen más ocupados calificados que la media de la industria. A su vez, las empresas que tienen un uso mayor tienen una *performance* superior. De la estimación surge que los esfuerzos de innovación y la mayor proporción de trabajadores calificados son factores asociados al uso de *software* en la empresa, así como también su tamaño y la pertenencia a sectores intensivos en conocimiento. Además, el mayor uso de *software* y la obtención de resultados de innovación no son independientes entre sí, sino que se refuerzan y retroalimentan en un proceso virtuoso. Esta evidencia representa un aporte a la literatura empírica neo-schumpeteriana y evolucionista sobre TIC e innovación en firmas de un país en desarrollo, al identificar que las capacidades acumuladas de las empresas se asocian al uso de *software*. A medida que la firma desarrolla capacidades para absorber el conocimiento, cristalizado en sus rutinas, se puede encontrar más preparada para afrontar nuevos desafíos, como por ejemplo, la incorporación de TIC. Estos resultados podrían ser de especial interés para el diseño de políticas públicas que promuevan la incorporación de nuevas tecnologías en el entramado productivo local.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera. Primero se plantea el problema de investigación junto con los objetivos y las hipótesis. A continuación, se presenta el marco teórico sobre los aportes de las TIC en general y del *software* en particular, los factores asociados a su adopción y la complementariedad con la innovación. Luego, en la metodología se detalla la fuente de datos, se definen las variables que se utilizan y se describen las técnicas de análisis. Seguidamente, se presentan los resultados y la discusión de estos en relación con la teoría. Por último, se exponen las reflexiones

finales del trabajo incluyendo conclusiones, implicancias de política y otras consideraciones.

2. Planteamiento del tema

El paradigma productivo actual se caracteriza por el crecimiento en el uso y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que realizan aportes sustanciales a la productividad y competitividad de las empresas. Entre ellos se encuentran: la modificación de la estructura organizacional al mejorar el acceso a la información, reducir los costos de transacción y favorecer el aprendizaje; la dinamización de los vínculos de la firma con el entorno, y la mejora de la eficiencia de los procesos productivos a partir de la automatización (Alderete & Jones, 2016; Peirano & Suárez, 2006). Dentro de las TIC, el *software* se ha convertido en una de las más relevantes por los numerosos beneficios de su incorporación en las empresas (Taştan & Gönel, 2020).

En virtud tanto de la evidencia sobre TIC y productividad como de la heterogeneidad en el uso por parte de las empresas, ha cobrado relevancia el estudio de la adopción de varias de estas tecnologías a nivel firma con el fin de analizar cuáles son los factores que contribuyen a explicar su incorporación (Alderete et al., 2014; Fabiani et al., 2005; Moncaut et al., 2017; Rotondo et al., 2013; Yoguel et al., 2004). El análisis de los determinantes de la adopción reviste especial interés para el diseño de políticas públicas que promuevan la incorporación de nuevas tecnologías, dado que su acceso y uso desigual por parte de las empresas de los países menos desarrollados amplía las brechas de productividad y digital con las economías más avanzadas (ALADI, 2005; Soler Calvo, 2019). Dado que la literatura sobre los determinantes de la adopción de TIC es amplia y diversa, a partir de la combinación de aportes de distintas disciplinas y teorías, se entiende que la heterogeneidad en la adopción responde tanto a factores estratégicos de la firma como estructurales. Entre los factores estratégicos se encuentran las capacidades acumuladas, la gestión de la calidad, la participación en los mercados externos, la diversificación de la producción y la inversión (Arvanitis, 2005; Fabiani et al., 2005; Galliano et al., 2001; García-Moreno et al., 2018; Gómez et al., 2012; Karshenas & Stoneman, 1993; León García et al., 2018; Yoguel et al., 2004). Mientras que los estructurales incluyen al tamaño de la empresa y el sector al que pertenece (Breard & Yoguel, 2013).

Por otro lado, la adopción conjunta de distintas estrategias empresariales puede llevar a mayores beneficios para la firma en términos de competitividad, al entender que éstas no son exógenas y se retroalimentan. Distintos trabajos han abordado la complementariedad entre la innovación y el comportamiento exportador (Aw et al., 2011; Bernard & Jensen, 1999; Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013; Girma et al., 2008; Liseras & Mauro, 2020; Neves et al., 2016) y entre distintos tipos de TIC (Battisti et al., 2007; Galliano et al., 2001; Gómez et al., 2012; Grazzi & Jung, 2019; Waters, 2017; Zhen-Wei Qiang et al., 2006). Sin embargo, son pocos los que se enfocan específicamente en innovación y TIC (Hall et al., 2013; Mohnen et al., 2018), las cuales podrían interpretarse como parte de una estrategia tecnológica llevada a cabo por la empresa.⁴

En el caso del PGP, un 75% de las empresas industriales utilizan *software* en al menos una de las siguientes áreas: gestión administrativa, producción y comercialización o marketing (Graña et al., 2019), no obstante, su aporte específico y los factores que se asocian e inciden en su adopción, aún no han sido explorados.⁵ Por lo tanto, se plantean las siguientes preguntas de investigación: (i) ¿existen distintos perfiles de uso de *software* entre las empresas del PGP?, (ii) ¿el desempeño competitivo difiere entre los distintos perfiles?, (iii) ¿cuáles son los factores asociados al uso de *software*?, (iv) ¿existe complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación por parte de la firma? El abordaje de la investigación es de tipo cuantitativo y se utilizan datos de empresas industriales del PGP relevadas en 2018 por el Grupo de Análisis Industrial de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UNMDP con financiamiento del CFI y con la colaboración de la Secretaría de Producción de la Municipalidad de General Pueyrredon.

⁴ Los gastos en investigación y desarrollo (I+D), la innovación, el uso de TIC y elevados niveles de capital humano suelen estar correlacionados a nivel firma (Bartelsman et al., 2017).

⁵ La implementación de *software* administrativo en la empresa se relaciona, en líneas generales, con la gestión de la información de proveedores, clientes y empleados (sistemas contables, de RR.HH., ERP, CRM y SCM) (Breard & Yoguel, 2013; Engelstätter, 2012). Existe *software* que sistematiza todo el proceso productivo, desde el control de procesos hasta el diseño de productos y la simulación de estos procesos (por ejemplo, en áreas específicas se puede utilizar el diseño asistido por computadora, CAD, o la manufactura asistida por computadora, CAM) (Breard & Yoguel, 2013). La comercialización y el *marketing* puede realizarse mediante sistemas de logística y medios electrónicos, como las redes sociales y páginas web.

2.1 Objetivo general y específicos

El objetivo general de la presente investigación es estudiar las características del proceso de adopción y el uso de *software* por parte de las empresas industriales del PGP y el aporte a su competitividad.

Los objetivos específicos son:

- (1) Elaborar perfiles de empresas de acuerdo con el uso de *software*.
- (2) Comparar el desempeño competitivo de los diferentes perfiles.
- (3) Analizar los factores asociados al uso de *software* por parte de las firmas.
- (4) Analizar la complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación.

2.2 Hipótesis

A continuación, se formulan las hipótesis de investigación:

- H1) El desempeño competitivo difiere entre los perfiles de empresas según su grado de uso de *software*.
- H2) El grado de uso de *software* difiere entre las empresas en función de factores estratégicos y estructurales.
- H3) Existe complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación en las empresas industriales.

3. Marco teórico

3.1 TIC y *software*: incorporación e impacto en la firma

Desde hace aproximadamente cincuenta años y hasta la actualidad, la producción mundial se ha regido por un nuevo paradigma tecnológico o tecno-económico (Dosi, 1982), caracterizado por la omnipresencia y el crecimiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (Castellacci, 2008).⁶ Las TIC forman parte de una revolución tecnológica que brinda un espacio de oportunidad para la innovación y la mejora en la eficiencia de la economía en su conjunto (Pérez, 2004, 2010).⁷ Esto se

⁶Un paradigma tecnológico se define como “un modelo y un patrón de solución de problemas tecnológicos seleccionados, basados en principios seleccionados derivados de las ciencias naturales y en tecnologías materiales seleccionadas” (Dosi, 1982, p. 152). El autor construye el concepto como analogía a la noción de paradigma científico.

⁷Pérez considera la aparición de estas tecnologías como una revolución tecnológica porque “...modifica radicalmente la frontera de las mejores prácticas en todos los sectores de la economía” (2004, p. 227).

puede fundamentar en la concepción de las TIC como una tecnología de propósito general (GPT, por sus siglas en inglés) que cambia los modos de producción y genera nuevas oportunidades e innovaciones complementarias para las empresas (Bresnahan & Trajtenberg, 1995; Hempell et al., 2004).⁸ En tal sentido, han dado lugar a la aparición de nuevos sectores en la economía y han cambiado el alcance de las actividades del sector servicios (Calza & Rovira, 2011; Khalifa, 2019). Un ejemplo es el sector de *Software* y Servicios Informáticos (SSI), compuesto por firmas basadas en conocimiento, innovadoras, trabajo-intensivas y que emplean personal altamente calificado (Bekerman & Cataife, 2001; Calá, 2018; Novick, Rojo, et al., 2013). Estos servicios realizan importantes aportes a las empresas industriales que los utilizan (Khalifa, 2019).

Breard & Yoguel (2013) definen la incorporación de TIC como:

El esfuerzo que realizan las empresas para seleccionar determinadas tecnologías e implementarlas, facilitando de esta manera tanto la generación y circulación de información entre las áreas como en el conjunto de agentes e instituciones con los que se vinculan (clientes, proveedores, consultores, cámaras empresariales, universidades, centros tecnológicos, gobiernos, etc.) (p.210).⁹

La incorporación de TIC en la empresa sigue un sendero evolutivo: al principio la adopción es lenta y, a medida que se internaliza la tecnología, se incrementa su difusión y se avanza a niveles más maduros y complejos de adopción que requieren umbrales mínimos de infraestructura tecnológica (ALADI, 2005; Alderete & Jones, 2019; Kotelnikov, 2007; Rivas & Stumpo, 2013; Yoguel et al., 2004). En relación al tipo de tecnologías que se adopta, se destaca que las empresas siguen patrones de incorporación delineados por sus estrategias y objetivos (Breard & Yoguel, 2013).

La incorporación de TIC impacta sobre la productividad y el desempeño de las firmas, ya que mejora la eficiencia en el uso de los factores de producción (ALADI, 2005; Alam & Mohammad Noor, 2009; Cardona et al., 2013; OECD, 2004). En la literatura especializada se encuentra que su impacto sobre la productividad es aún mayor si la empresa utiliza un *software* empresarial (Relich, 2017; Taştan & Gönel, 2020). En general, el uso de TIC modifica la estructura organizacional al perfeccionar el

Esta quinta revolución tecnológica está caracterizada por el abaratamiento de la microelectrónica, el desarrollo del *software*, la comunicación digital, entre otros (Brixner et al., 2019).

⁸La complementariedad innovadora se aborda específicamente en la última sección del marco teórico.

⁹Se utilizan los conceptos “incorporación” y “adopción” como sinónimos.

acceso a la información, reducir los costos de transacción y favorecer el aprendizaje mediante la incorporación de conocimiento específico; también hacen más dinámicos los vínculos de la firma con el entorno y más eficientes los procesos productivos a partir de la automatización (ALADI, 2005; Alderete & Jones, 2016; Basant et al., 2006; Hartono et al., 2019; Hidalgo & López, 2009; Landriscini, 2012; Marchese & Jones, 2011; Peirano & Suárez, 2006).¹⁰

En particular, el uso de *software* permite automatizar e integrar distintas áreas y operaciones de la empresa como la gestión de proveedores y clientes, el control de inventarios, el proceso de producción, la contabilidad y las finanzas, y cualquier otro proceso de gestión orientado a los datos (Engelstätter, 2012; Hitt et al., 2002; Relich, 2017; Sarbu, 2014; Vera, 2006; Wu & Wang, 2007). Asimismo, proporciona información para la mejora de procesos dentro de la firma, por ejemplo, al identificar tiempos de inactividad y cuellos de botella, lo que facilita la toma de decisiones para reducir costos (Engelstätter, 2012; Vera, 2006; Wu & Wang, 2007). Esto es de especial importancia para el crecimiento y posicionamiento de las PyMEs ya que permite mejorar la eficiencia al optimizar sus procesos internos (Eton et al., 2019; Hartono et al., 2019; Kotelnikov, 2007; Youssef et al., 2011).

Ahora bien, estos beneficios y la mejora de la competitividad, se materializan en tanto estas tecnologías se incorporen en las rutinas organizacionales (Oliveira & Martins, 2011; Peirano & Suárez, 2006).¹¹ Sin embargo, está documentado que en el tejido productivo argentino las empresas se encuentran en distintos estadios de adopción, con un uso generalizado de tecnologías de baja complejidad y mayormente en las áreas de administración y comercialización (Herrera Bartis & Neira, 2020; Molina et al., 2013; Moncaut et al., 2017; Novick et al., 2003; Novick & Rotondo, 2013; Peirano & Suárez, 2006; Yoguel et al., 2004). Es decir, no todas las firmas utilizan *software* ni lo hacen con la misma intensidad. Por lo tanto, es importante explorar, en primer lugar, cómo se caracterizan las empresas en relación con el uso de *software*, para luego analizar los factores que contribuyen a explicar su adopción. Esto es fundamental para elaborar recomendaciones de política que promuevan el acceso y el uso de TIC en

¹⁰Peirano & Suárez (2005) sostienen que se va a producir una mejora en el desempeño a nivel firma en tanto tengan lugar las “economías de informatización”, concepto desarrollado por los autores que rescata la idea de economías de escala y lo aplica al paradigma TIC.

¹¹Una rutina se define como “una estructura previsible y regular de comportamiento que conduce a esquemas repetitivos de actividad y constituye la memoria organizacional que orienta la toma de decisiones en la empresa”(López, 1996, p. 8).

general y de *software* en particular, con el fin de obtener ganancias de productividad (Grazzi & Jung, 2019; Rivas & Stumpo, 2013).

3.2 Factores asociados al uso de TIC y de *software*

La mayor parte de los trabajos existentes analizan los factores asociados al uso de TIC en general, aun cuando es de esperar que cada tecnología esté además afectada por determinantes específicos.¹² Esta es la estrategia conceptual que se adopta en esta tesis, es decir, se aplica el marco general de uso de TIC al uso de *software* en particular, tal como sucede en otros trabajos (Battisti et al., 2007; Chong, 2006; Galliano et al., 2001; Grazzi & Jung, 2019; Khalifa, 2022; Molina et al., 2013; Thong, 1999; Waters, 2017). Al respecto, existe una vasta literatura sobre adopción de TIC, tanto en países desarrollados como en desarrollo, sin que haya consenso sobre cuál es la teoría que explica más satisfactoriamente sus determinantes.¹³ Por lo tanto, para esta sección se toman en consideración el aporte de distintas teorías y modelos a la temática, y se agrupan los factores en estratégicos y estructurales. En el Anexo 1 se presenta una tabla (Tabla A1) que sintetiza los trabajos empíricos aquí discutidos en función de su adscripción teórica.

3.2.1 Factores estratégicos

Dentro de los factores estratégicos se encuentran las capacidades acumuladas de la firma, la gestión de la calidad, el comportamiento exportador, la diversificación y las decisiones de inversión. A continuación, se discuten cada uno de ellos.

Capacidades acumuladas

En la literatura se destaca que la incorporación de TIC requiere de las capacidades adquiridas por parte de la firma a lo largo de su sendero evolutivo, por lo tanto, es de esperar que empresas con distintas capacidades tengan distintos niveles de adopción (Novick et al., 2013; Peirano & Suárez, 2005, 2006; Yoguel et al., 2004). De esta manera, es relevante contar con el conocimiento y el aprendizaje que pueden provenir tanto de los esfuerzos que realice la empresa en materia de innovación como de las calificaciones propias de los trabajadores. Ambos factores permiten dar cuenta de dichas

¹²Es de esperar que la adopción pueda diferir en función del tipo de TIC que se trate, por mencionar dos ejemplos, la incorporación de *software* y de *eCommerce* no son semejantes y requieren distintas competencias por parte de la firma. Algunos trabajos que abordan puntualmente el comercio electrónico son Alderete et al. (2017), Daniel & Grimshaw (2002) y Jones et al. (2016).

¹³Se pueden mencionar al menos dos trabajos que hacen una revisión bibliográfica sobre teorías y modelos de adopción de TIC. Korpelainen (2011) hace un *survey* desde la literatura sobre *management* y los negocios, mientras que Oliveira & Martins (2011) hacen lo propio desde los sistemas de información.

capacidades en la empresa y son utilizados usualmente como determinantes de la adopción de TIC (Groen, 2006; Hollenstein, 2004; Zou et al., 2018).¹⁴ Por lo tanto, las capacidades acumuladas hacen alusión a la absorción de conocimiento interno y externo, así como al aprendizaje que surge de la propia dinámica.¹⁵

Cuanto mayor resulte la capacidad de absorción de las empresas, entendida como la habilidad para valorar, asimilar e incorporar tecnologías que le generen ventajas competitivas, mayor será la capacidad para apropiarse de los beneficios de la adopción de TIC (Breard & Yoguel, 2013; Cohen & Levinthal, 1989). Es decir, la competencia de la firma para conocer la tecnología y adaptarla en el contexto local es fundamental en este proceso (Youssef et al., 2011). Esta se puede adquirir si la empresa realiza gastos en I+D, al ser una actividad que implica esencialmente la asimilación de conocimiento nuevo (Breard & Yoguel, 2013). Las firmas que realizan esfuerzos de innovación tienen mayor capacidad de absorción y están mejor posicionadas para incorporar nuevas tecnologías (Battisti, 2000; Battisti et al., 2007; Gómez et al., 2012; Karshenas & Stoneman, 1993).

En el plano empírico, varios estudios encuentran una relación directa entre los esfuerzos de innovación y el uso de TIC para países desarrollados (Battisti et al., 2007, 2009; Gómez et al., 2012; Hollenstein, 2004; Kawakami et al., 2014; Skorupinska & Torrent-Sellens, 2017; Youssef et al., 2012) y en desarrollo (Alderete et al., 2014; Botello Peñalosa & Pedraza Avella, 2015; Gallego et al., 2014; Giotopoulos et al., 2017; Khalifa, 2022; Molina et al., 2013).¹⁶ Gómez et al. (2012) concluyen que aquellas empresas que gastan en I+D tienen mayores probabilidades de adoptar nuevas tecnologías al contar con mayor capacidad de aprendizaje. Un resultado similar es obtenido por Giotopoulos et al. (2017) para PyMEs de Grecia, aunque destacan que dichos esfuerzos reflejan las competencias tecnológicas de la firma. Hollenstein (2004) resalta también que las empresas más innovadoras suelen adoptar TIC antes que las que

¹⁴ El gasto en I+D (esfuerzos) es uno de los principales factores que aproxima la capacidad de absorción de la empresa (Zou et al., 2018), utilizado desde el artículo pionero de Cohen & Levinthal (1990).

¹⁵ Esto está íntimamente relacionado con el concepto de competencias endógenas, utilizado en varios trabajos que abordan la adopción de TIC en firmas de Argentina (Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004). Este refiere a la capacidad que tiene la empresa para utilizar el conocimiento tecnológico, codificado y tácito, junto con el aprendizaje que surge de la propia dinámica, para apropiarse de dichos conocimientos y aplicarlos a la firma en particular (Yoguel et al., 2004, p. 144).

¹⁶ El trabajo de Kawakami et al. (2014), enmarcado en el enfoque basado en recursos, encuentran que las innovaciones organizacionales están correlacionadas en forma positiva con la frecuencia de sustitución de herramientas tecnológicas. Esta variable junto con la frecuencia de uso es novedosa en la literatura sobre TIC por ir más allá del uso/no uso.

no innovan, mientras que Khalifa (2022) encuentra una relación positiva entre la intensidad de uso de *software* y el gasto en I+D en empresas tunecinas.

Respecto de estudios realizados en Argentina, Alderete et al. (2014) utilizan un índice TIC en el que engloban tecnologías básicas y complejas, y emplean una medida del desempeño innovador de la firma que refleja los resultados de innovación. A su vez, centran el análisis en dos ramas productivas, automotriz y siderurgia. Si bien se refieren a los resultados y no a los esfuerzos de innovación, es uno de los pocos trabajos en el país que estudia específicamente los determinantes de la adopción de TIC. Por su parte, Molina et al. (2013) encuentran evidencia de una relación positiva entre esfuerzos de innovación y el patrón de difusión de las TIC para PyMEs manufactureras.¹⁷

Por otro lado, la calificación de los ocupados también aporta a la construcción de las capacidades acumuladas de la firma, siendo un factor ampliamente estudiado en la literatura sobre nuevas tecnologías.¹⁸ Su relevancia es mayor si se tiene en cuenta que el cambio tecnológico tiene un sesgo hacia la habilidad, la calificación y la especialización de los trabajadores (Arvanitis, 2005; Ernst & Lundvall, 2004). En particular, el uso apropiado de *software* y sistemas altamente informatizados requiere que aquellos que los manipulen estén suficientemente calificados, a la vez que la formación en informática, el control de procesos estadísticos y la resolución de problemas puede intensificar el uso de TIC en la empresa (Arvanitis, 2005).

La premisa detrás de esta relación es que la transmisión de conocimientos que tiene lugar al interior de la empresa como consecuencia de su acervo previo y de las calificaciones de sus miembros, es importante para propiciar el aprendizaje y asimilar el conocimiento nuevo, lo que es esencial para incorporar y usar una nueva tecnología (Cohen & Levinthal, 1990; Zou et al., 2018). Las capacidades de los trabajadores son, entonces, parte fundamental del conocimiento tecnológico de la empresa - codificado y/o tácito- (Ernst & Lundvall, 2004).¹⁹ Tal como afirman estos autores, ambos

¹⁷ Vale mencionar que operacionalizan no sólo el patrón de difusión de las TIC sino también el grado de informatización de las áreas (cantidad de áreas en las que se implementa *software*) aunque no la emplean puntualmente para la relación mencionada. Esta medida coincide con la definición que se utiliza en esta investigación y que se detalla en el apartado metodológico.

¹⁸En un sentido amplio, la calificación incluye tanto la educación formal como el aprendizaje y las competencias específicas adquiridas no formalmente, por ejemplo, a través de procesos de *learning by doing*.

¹⁹ El conocimiento tácito es aquel que, por su complejidad y calidad, no puede ser sencillamente estandarizado, estructurado ni intercambiado, está embebido en las rutinas organizacionales y en las habilidades colectivas de los miembros de una empresa (Ernst & Lundvall, 2004, p. 269). Por lo tanto, es la esencia de su ventaja competitiva. Por su parte, el conocimiento codificado incluye todos los elementos

componentes son importantes para absorber una determinada tecnología, lo cual requiere tanto de la formación y de los conocimientos tecnológicos específicos, como de aquellas habilidades que surgen del aprendizaje práctico y que son singulares en cada firma. En definitiva, si la empresa cuenta con trabajadores con formación profesional o técnica pueden adoptar TIC antes y acelerar así la difusión en su interior (Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Fabiani et al., 2005).

La evidencia de una relación directa entre la adopción de TIC y la calificación es vasta, tanto en países desarrollados como en desarrollo (Alderete et al., 2014, 2017; Basant et al., 2006; Battisti et al., 2007; Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Brambilla & Tortarolo, 2018; Breard & Yoguel, 2013; Cirera et al., 2016; Fabiani et al., 2005; Findik & Tansel, 2015; García-Moreno et al., 2018; Giotopoulos et al., 2017; Grazzi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011; Hidalgo & López, 2009; Jones et al., 2016; Khalifa, 2016, 2022; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004; Youssef et al., 2012).²⁰ Un trabajo realizado para países de la OECD y otro para Reino Unido y Suiza encuentran que existen *spillovers* de información y efecto aprendizaje en la intensidad de uso, donde las capacidades de absorción son fundamentales (Battisti et al., 2007; OECD, 2004). Khalifa (2022) demuestra que el entrenamiento del personal aumenta la intensidad de uso de *software*.

Respecto de la evidencia en Argentina, en varios trabajos se enfatiza en las competencias endógenas y un nivel de aprendizaje elevado como requisito para la adopción de TIC (Alderete et al., 2014; Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004). Breard & Yoguel (2013) encuentran que el nivel de informatización de las áreas es superior en las empresas con mayor proporción de trabajadores calificados. Tanto Jones et al. (2016) como Alderete et al. (2017) estudian la adopción de comercio electrónico en Córdoba y concluyen, tanto para MiPyMEs como para PyMEs, que existe una relación positiva con la educación universitaria de los trabajadores.²¹ Por su parte, Brambilla & Tortarolo (2018) observan que si la participación de los trabajadores no calificados (en

codificables, como planos, diseños de ingeniería, conocimientos científicos genéricos subyacentes, entre otros, y por lo tanto, puede ser intercambiado entre firmas (Ernst & Lundvall, 2004, p. 267).

²⁰ En el caso de Findik & Tansel (2015) encuentran que el capital humano es fundamental para empresas de Turquía que utilizan tecnologías complementarias, como ERP (Enterprise Resource Planning) y CRM (Customer Relationship Management), distintos tipos de *software*. García-Moreno et al. (2018) estudian en empresas europeas el *e-business* que integra las tecnologías basadas en internet con la actividad principal de la empresa (incluye el uso de tecnologías como intranet, *software* de gestión de conocimiento, aplicaciones de gestión integrada y la gestión de las relaciones con clientes).

²¹ En el caso de Jones et al. (2016) encuentran dicho resultado aunque está mediada por la estrategia y el control de gestión TIC.

el total) es baja, la probabilidad de invertir en TIC es mayor. De este modo, se espera una relación positiva entre las capacidades acumuladas, medidas tanto por los esfuerzos de innovación de la firma como por la calificación de los ocupados y el mayor uso de *software*.

Gestión de la calidad

La gestión de la calidad abarca tanto la cultura de la firma hacia la calidad como el control de procesos y la utilización de herramientas para la mejora continua (Barletta et al., 2013).²² En concreto, este concepto incluye las técnicas de calidad que aplica la empresa- por ejemplo, círculos de calidad, *total quality management*, certificación ISO-9000, entre otras- y la formalización de procedimientos (Yoguel & Boscherini, 1996). La obtención de certificaciones genera ventajas competitivas y es el resultado de un proceso de mejora, aprendizaje y estandarización que ocurre al interior de la firma (Botello Peñaloza, 2016; Di Marco et al., 2010; Ramos, 1995). Por su parte, la formalización de procedimientos, entendido como un proceso de codificación de las prácticas y del conocimiento, cristaliza el compromiso de la firma con rutinas de trabajo claras y documentadas (Di Marco et al., 2010; Galliano et al., 2001; Grover & Goslar, 1993). Una firma que formaliza procedimientos para acreditar calidad está más preparada para implementar TIC y sistemas informáticos (Galliano et al., 2001; Grover & Goslar, 1993).

La incorporación de TIC es parte de un proceso más amplio de desarrollo de competencias endógenas que requiere de cambios a nivel organizacional y que se vale de estrategias como el aseguramiento de la calidad para codificar prácticas y conocimiento (Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004). En este sentido, gestionar la calidad en una empresa permite, por un lado, validar el conocimiento existente y sus rutinas, y por otro lado incorporar nueva información que puede ser capitalizada para adoptar TIC.

Al mismo tiempo, los avances en materia tecnológica hacen que el propio proceso de aseguramiento de la calidad pueda involucrar la informatización y la utilización de sistemas específicos (Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Galliano et al., 2001). De esta manera, la formalización de procedimientos puede llevar a que la firma utilice redes informáticas internas y externas para coordinar y favorecer la comunicación entre

²² El concepto “cultura hacia la calidad” se refiere a la comunicación frecuente con los clientes, auditoría interna, sistema de reconocimiento de ideas, entre otros (Barletta et al., 2013).

distintas áreas de la empresa (Galliano et al., 2001). Además, se destaca que las empresas con sistemas de control de calidad más desarrollados pueden obtener beneficios del uso de sistemas informáticos en varios ámbitos de la firma (Fok et al., 2001).

Cabe destacar que la literatura empírica que estudia ambos vínculos– la formalización de procedimientos y la certificación de calidad con el uso de TIC– es limitada, se enfoca en su mayoría en países desarrollados y presenta resultados dispares. Grover & Goslar (1993) plantean la existencia de un vínculo directo entre la formalización y el uso de tecnologías de telecomunicaciones para organizaciones de EE. UU., aunque no encuentran evidencia estadística suficiente a favor de dicha hipótesis. Por su parte, Galliano et al. (2001) muestran que el grado de formalización de las prácticas, medido por la implementación de *just in time*, influye en forma positiva sobre la probabilidad de utilizar redes informáticas (Intranet y Extranet) en empresas de Francia. Con respecto a la certificación de calidad, Bayo-Moriones & Lera-López (2007) para España, Cirera et al. (2016) para África subsahariana y Galliano et al. (2001) para Francia encuentran una relación directa entre las certificaciones ISO y la adopción de TIC. En el caso de Battisti et al. (2007) identifican que el efecto es positivo tanto para Reino Unido como para Suiza, aunque la medida es más amplia e incluye, además de calidad, nuevas estructuras organizacionales.

A nivel nacional, la gestión de la calidad es incorporada en algunos trabajos sobre el uso de TIC. Por ejemplo, Novick et al. (2003) y Yoguel et al. (2004) la incluyen dentro de las competencias endógenas al realizar un análisis de clúster para empresas industriales de Córdoba y Rafaela. En un análisis econométrico, Breard & Yoguel (2013) incorporan la certificación de calidad en distintas especificaciones de uso de TIC, aunque no encuentran que el efecto sea estadísticamente significativo. En el caso de Alderete et al. (2014), la formalización de las prácticas está incluida en un índice de innovación global y los autores encuentran que éste favorece la adopción de TIC. Por lo tanto, se espera una relación positiva entre la certificación de normas de calidad y la formalización de procedimientos con el uso de *software*.

Comportamiento exportador

Kotelnikov (2007) destaca que la adopción de TIC se puede «derramar» a toda la cadena de valor, particularmente en industrias que están orientadas al mercado externo. Así, si los proveedores y clientes usan estas tecnologías es más factible que la firma lo

haga, lo que se justifica no solo en la reducción de los costos de transacción sino también en la posibilidad de ampliar el alcance de las ventas, por ejemplo, a través del comercio electrónico (García-Moreno et al., 2016; Rovira et al., 2013). Además, la participación en mercados externos amplía la disponibilidad de información sobre nuevas tecnologías y sus beneficios, lo cual puede incentivar la implementación y el mejor aprovechamiento de TIC (Gómez et al., 2012). Por otro lado, estos autores argumentan que las demandas de clientes extranjeros pueden estimular su adopción al requerir la incorporación de cierta tecnología en el producto o proceso. En este sentido, la participación en mercados externos expone a la empresa a contextos más competitivos y con mayores requerimientos tecnológicos, donde fluyen información y conocimiento que no están disponibles en los mercados locales, de los cuales puede beneficiarse para incorporar tecnologías, tales como el *software*.

En el plano empírico, distintos trabajos para empresas de Europa (Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Fabiani et al., 2005; Findik & Tansel, 2015; García-Moreno et al., 2018; Haller & Siedschlag, 2011; Hollenstein, 2004; Lucchetti & Sterlacchini, 2004) y algunos para Latinoamérica (Gallego et al., 2014; Grazi & Jung, 2019; Waters, 2017) encuentran que el hecho de que la firma exporte es un determinante de la adopción de TIC.²³ En el caso de Gómez et al. (2012) identifican particularmente que las empresas españolas más abiertas al comercio internacional, ya sea como exportadoras o importadoras, tienen mayor propensión a adoptar tecnologías de procesos.²⁴ De este modo, se espera una relación positiva entre el comportamiento exportador de la empresa y el uso de *software*.

Diversificación productiva

La diversificación, entendida como una estrategia que impacta en la estructura de la empresa y requiere, en ocasiones, de la coordinación de acciones en distintos mercados, está asociada a la adopción de TIC (Battisti et al., 2007; Shin, 2009). En términos generales, los sistemas informáticos permiten vincular las estrategias de la empresa con su modelo de negocio (León García et al., 2018). Así, las firmas que diversifican su producción pueden utilizar las TIC, en particular el *software*, para

²³ La evidencia a nivel nacional es más bien escasa. En el caso de Alderete et al. (2017) encuentran un efecto sobre la adopción del comercio electrónico en MiPyMEs de Córdoba, aunque para el vínculo con proveedores extranjeros.

²⁴ Ejemplos de tecnologías de procesos son el control numérico computarizado (CNC), la robótica, el diseño asistido por ordenador (CAD) y sistemas de producción flexible, como lo abordan Gómez et al. (2012). Otros trabajos revisados que se focalizan en el CNC son Battisti & Stoneman (2003) y Karshenas & Stoneman (1993).

facilitar la coordinación de activos, información y procesos, lo que potencia los beneficios de la diversificación (Dewan et al., 1998; León García et al., 2018; Shin, 2009).²⁵

En un trabajo para el país Vasco, León-García et al. (2018) observan que las PyMEs diversificadas hacen un uso mayor de las TIC que aquellas especializadas, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.²⁶ Si bien son limitados los estudios que han abordado específicamente dicha relación y encuentran un vínculo positivo (Dewan et al., 1998; León García et al., 2018; Shin, 2009), es una variable cuyo efecto sobre el uso de *software* será explorado en este trabajo.

Decisiones de inversión

El concepto tradicional de inversión apunta a una decisión estratégica que involucra la adquisición de un bien (capital fijo) que no es utilizado completamente en el periodo corriente (Nickell, 1978). En líneas generales, incluye la formación de capital, los recursos que serán utilizados en la producción (tanto físicos como humanos) y la inversión en desarrollo para un mejor posicionamiento del producto y de la empresa en el mercado (Picardi, Cristiano & Leonardi, 2003 citado en Mujica, 2009).

Por su parte, desde la literatura del *management* se señala la existencia de una relación directa entre la inversión y el uso de las TIC, y las mejoras de competitividad a nivel firma (Dewett & Jones, 2001; Díaz-Chao & Torrent-Sellens, 2010). Díaz-Chao & Torrent-Sellens (2010) encuentran que la inversión en activos tangibles junto con la inversión en TIC impacta sobre la competitividad de empresas exportadoras catalanas. Si bien no es este efecto el que se estimará en la presente investigación, el antecedente resulta útil para entender que ambas estrategias se relacionan entre sí.

Las capacidades de inversión son fundamentales para la identificación, la preparación y la adopción de las nuevas tecnologías, así como también para el diseño y la adquisición del equipamiento necesario para su implementación (Lall, 1992). En concreto, la inversión de capital es necesaria para acceder a las TIC y potenciar sus efectos en la firma (Bravo Sotomayor, 2017; Brynjolfsson et al., 2002; Brynjolfsson &

²⁵ Algunos trabajos analizan la relación entre el tipo de diversificación (relacionada vs. no relacionada) y el uso de TIC. Encuentran que las firmas que se diversifican en forma relacionada, es decir, donde las líneas de negocio o producto tienen estrecha vinculación con la originaria, demandan mayor inversión de TIC que las que se diversifican de manera no relacionada (Dewan et al., 1998; Shin, 2009).

²⁶ En contraste, observan que existe asociación entre el uso de TIC y la diversificación internacional.

Saunders, 2010). Por lo tanto, se espera una relación directa entre la inversión y el uso de *software*.

En la revisión de la literatura se puede identificar a la inversión en TIC como variable dependiente o explicativa de la *performance* de la empresa (Borowiecki et al., 2021; Brambilla & Tortarolo, 2018; Engelstätter, 2012; Fabiani et al., 2005; Hall et al., 2013; Hendricks et al., 2007; Hitt et al., 2002; Khalifa, 2019; Polder et al., 2010; Taştan & Gönel, 2020; Vaumi et al., 2021). En este trabajo se propone utilizarla como variable explicativa que alude a las inversiones en general, considerada una decisión estratégica.

3.2.2 Factores estructurales

Dentro de los factores estructurales, a continuación se discute el efecto del tamaño de la empresa y el sector al que ésta pertenece.²⁷

Tamaño

El tamaño es sin duda uno de los factores más señalados en los estudios sobre adopción de TIC, incluso el determinante más importante (Burke, 2005; García-Moreno et al., 2018; Thong, 1999) y opera como un reflejo de distintos argumentos (Geroski, 2000). Uno de estos guarda relación con la estructura organizacional y la capacidad financiera, es decir, las empresas de mayor tamaño tienen mayor capacidad para gestionar y financiar la adopción de TIC, al contar con los recursos económicos y tecnológicos para ello. Además, las empresas más grandes suelen aprovechar economías de escala que les permiten reducir los costos (Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Geroski, 2000; Haller & Siedschlag, 2011; Rovira et al., 2013; Waters, 2017).

Yoguel et al. (2004) sugieren también que el tamaño refleja las indivisibilidades que existen en la obtención de *software* y equipamiento. Dado que la compra de un *software* involucra una inversión que no se puede fraccionar, es más factible que las empresas grandes puedan afrontarla. Debido a que las TIC que se incorporan deben ser adaptadas a las necesidades de la firma, aquellas más grandes tienen mayores posibilidades de asignar personal tanto a estas tareas como a la resolución de problemas (Youssef et al., 2011), a la vez que tienden a contratar trabajadores especializados e invertir más en capacitaciones (García-Moreno et al., 2016; Geroski, 2000; Thong, 2001).

²⁷Que la empresa sea parte de un grupo económico y el origen del capital se comentan en el Anexo 4, ya que estas dimensiones no son consideradas en esta tesis.

Soslayadamente se encuentra la visión de que la incorporación de TIC es en sí misma una inversión incierta que involucra riesgos, dada la dificultad de las empresas para anticipar sus beneficios y reconocer su potencial (Kotelnikov, 2007). Las firmas más grandes suelen tener menor aversión al riesgo que las más chicas y una mayor capacidad para asumir el riesgo de invertir en TIC (García-Moreno et al., 2016; Geroski, 2000; Grazzi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011). Por último, las empresas más grandes también tienen un mayor acceso a la información sobre nuevas tecnologías, los proveedores de éstas y las formas de adquirirlas (García-Moreno et al., 2018).

En la literatura empírica, la evidencia sobre la relación directa es contundente (Baptista, 2000; Basant et al., 2006; Botello Peñaloza & Pedraza Avella, 2015; Brambilla & Tortarolo, 2018; Breard & Yoguel, 2013; Burke, 2005; Cirera et al., 2016; Fabiani et al., 2005; Findik & Tansel, 2015; Gallego et al., 2014; Galliano et al., 2001; García-Moreno et al., 2018; Gómez et al., 2012; Grazzi & Jung, 2019; Hall et al., 2013; Hidalgo & López, 2009; Hollenstein, 2004; Karshenas & Stoneman, 1993; Khalifa, 2022; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Thong, 1999; Vaumi et al., 2021; Waters, 2017; Yoguel et al., 2004; Youssef et al., 2011, 2012).²⁸

Sin embargo, se identifican algunos trabajos que obtienen el resultado contrario, como Bayo-Moriones & Lera-López (2007) en el caso de España, Haller & Siedschlag (2011) para Irlanda y Daniel & Grimshaw (2002) para el Reino Unido, aunque este último específicamente para la adopción de comercio electrónico. Rovira et al. (2013) para América Latina y Marchese & Jones (2012) para Argentina concluyen que el tamaño no constituye una limitación para la adopción de TIC, pero sí encuentran que las empresas más grandes adoptan tecnologías de mayor complejidad.²⁹ Se trata de un resultado importante para estructuras productivas donde predominan las PyMEs, como es el caso de la industria local y nacional. Por último, Breard & Yoguel (2013) y Khalifa (2022) quienes modelan la informatización de las áreas de negocio y el uso de *software*, respectivamente, observan un efecto positivo. Dada la amplia evidencia a favor, se espera una relación directa entre el tamaño de la firma y el uso de *software*.

²⁸ En el caso del trabajo de Hollenstein (2004), encuentra que la relación no es lineal, es decir, el tamaño está correlacionado en forma positiva con el uso de TIC para firmas de hasta 200 trabajadores. Hall et al. (2013) también encuentran que la relación es no-lineal, aunque la correlación positiva se da para empresas de más de 200 ocupados. Por otra parte, cabe aclarar que Bayo-Moriones & Lera-López (2007) observan una relación directa para la adopción de Intranet, mientras que para otras medidas de uso de TIC la relación es negativa.

²⁹ Cabe destacar que, en su trabajo, Marchese & Jones, utilizan un indicador TIC con tres niveles de adopción: básico, intermedio y avanzado. El *software* se encuentra tanto en el intermedio con el uso de ERP como en el avanzado con CRM y SCM.

Sector de actividad

En los trabajos sobre adopción de tecnologías se estudia el sector de actividad para explicar por qué algunas empresas de similares características no adoptan nuevas tecnologías o lo hacen con cierto retraso (Karshenas & Stoneman, 1993, 1995). En términos generales, los esfuerzos que realizan las empresas y el dominio de una determinada tecnología pueden variar entre sectores industriales (Lall, 1992). Mas aún, el potencial de aprendizaje también puede ser distinto entre ellos, es decir, existen sectores donde el espacio para aprender sobre una nueva tecnología es mayor que en otros (Ernst & Lundvall, 2004), por lo cual, las empresas que pertenecen a dichos sectores tendrán una ventaja en la adopción de TIC.

Las características propias del sector en el cual compite la firma puede afectar asimismo el uso de sistemas informáticos (Burke, 2005; Kagan et al., 1990). En aquellos con mayor intensidad tecnológica (en I+D), como la rama Química, caucho y plástico y Maquinarias, las probabilidades de adoptar TIC y *software* son mayores (European Commission, 2008; Fabiani et al., 2005; Rivas & Stumpo, 2013).³⁰ En tal sentido, el sector también refleja los *spillovers* de información y de conocimiento que pueden existir dentro de sectores puntuales, donde la adopción por parte de algunas empresas incentiva a las demás (Fabiani et al., 2005; Haller & Siedschlag, 2011).³¹ Las diferencias sectoriales determinan por un lado distintas necesidades tecnológicas (Gómez et al., 2012), y por el otro que las empresas perciban distintos beneficios de la tecnología específica e incluso que la adopten en distintos momentos (Gómez et al., 2012; Kotelnikov, 2007).

En cuanto a la evidencia, algunos estudios apuntan a la existencia de *spillovers* para aquellas empresas que se encuentran en una industria donde otras firmas adoptaron TIC y en sectores de actividad particulares, asociados a media-alta intensidad en I+D (Botello Peñaloza & Pedraza Avella, 2015; Burke, 2005; Grazzi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Zhen-Wei Qiang et al., 2006).³² Un trabajo para Argentina sugiere que existen diferencias sectoriales en términos de tipos

³⁰ En la última actualización de las taxonomías de la OCDE (basada en la cuarta revisión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme) (Galindo-Rueda & Verger, 2016) la clasificación de las actividades se efectúa por intensidad en I+D, por lo tanto, las que tienen mayor intensidad en I+D son aquellas de alta tecnología en la clasificación anterior (Hatzichronoglou, 1997). Las industrias manufactureras se encuentran dentro de la clasificación media y alta.

³¹ Este efecto se ha estudiado principalmente desde la teoría de difusión de nuevas tecnologías (Anexo 1), ver por ejemplo Karshenas & Stoneman (1993).

³² Vale mencionar que los trabajos que muestran evidencia en este sentido emplean indicadores TIC con tecnologías de baja complejidad.

de tecnologías (básico, intermedio y avanzado) y la intensidad de su uso (Marchese & Jones, 2012). En síntesis, se espera que el uso de *software* difiera por sector.

3.3 Complementariedad entre TIC e innovación

Como un primer antecedente teórico de complementariedad puede mencionarse el trabajo seminal de Milgrom & Roberts (1990), a raíz del cual se ha estudiado el vínculo de las TIC con innovaciones, cambios organizacionales y calificación del personal sobre el desempeño, lo que se conoce como “hipótesis de complementariedad” (Calza & Rovira, 2011; Mohnen et al., 2018).^{33,34} La idea detrás es que la incorporación de TIC se complementa con innovación y con cambios organizacionales que favorecen la integración de las tecnologías en la firma (Bresnahan et al., 2002; Brynjolfsson & Hitt, 2000; Brynjolfsson & Saunders, 2010; Calza & Rovira, 2011; Crespi et al., 2007; Engelstätter, 2012; Giuri et al., 2008; Molina et al., 2013; Rovira et al., 2013). Es decir, el uso de TIC y la innovación forman parte de un proceso virtuoso que se nutre de los cambios organizacionales en las distintas áreas y de los conocimientos existentes en la firma.³⁵

Otra parte de la literatura sobre TIC estudia la complementariedad entre el uso de distintas herramientas. Estos trabajos buscan comprender si diferentes tecnologías se adoptan de forma conjunta, como por ejemplo la adopción de Intranet y Extranet en empresas de Francia (Galliano et al., 2001), el uso de *software* y sistemas informáticos (ERP, CRM y SCM) en Europa (Bartelsman et al., 2017), la adopción de tecnologías de procesos en España (Gómez et al., 2012), el uso de e-mail, página web y computadoras en varios países desarrollados y en desarrollo (Zhen-Wei Qiang et al., 2006), los usos de Internet y de página web en América Latina y el Caribe (Grazzi & Jung, 2019) y el uso e intensidad de uso de Internet en Reino Unido y Suiza (Battisti et al., 2007), y en América Latina y el Caribe (Waters, 2017).

³³Milgrom & Roberts sostienen que las nuevas tecnologías forman parte de un sistema más amplio de cambios organizacionales (Giuri et al., 2008). Bresnahan (1999) extiende esta noción al trabajo calificado.

³⁴ La hipótesis de complementariedad se mantiene como uno de los argumentos principales en los debates sobre TIC y productividad (Arendt & Grabowski, 2018). Por ello varios se enfocan en algunas de las “micro complementariedades”, es decir, el vínculo entre los postulados de dicha hipótesis.

³⁵ La mayoría de los trabajos que se enfocan en TIC e innovación bajo esta idea de complementariedad buscan comprender los efectos de las TIC sobre la innovación y la productividad. De esta manera, las decisiones se pueden ubicar en distintos niveles de importancia, al entender que una explica a la otra y, en conjunto, explican el desempeño. Este es el caso de varios trabajos (Aboal & Tacsir, 2018; Arendt & Grabowski, 2018; Bresnahan et al., 2002; Calza & Rovira, 2011; Charlo, 2011; Hempell, 2005; Hempell et al., 2004; Polder et al., 2010, entre otros).

Ahora bien, la complementariedad también puede estudiarse entre decisiones empresariales y bajo esta mirada se plantea la discusión. Desde un enfoque basado en conocimiento se entiende que la empresa es una organización que aprende, integra el conocimiento embebido en sus rutinas y acumula capacidades, lo que propicia el logro de ventajas competitivas en la firma (Dosi & Malerba, 1996; Grant, 1996). En la medida que las estrategias requieren de un acervo previo (tanto individual como organizacional) y son canales de acumulación de conocimiento nuevo, la empresa puede beneficiarse de su adopción conjunta (Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013).³⁶ En tal sentido, una estrategia estimula a la otra y viceversa, por lo cual los beneficios de la adopción son mutuamente dependientes (Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013; Girma et al., 2008; Milgrom & Roberts, 1990; Mohnen et al., 2018).

Una complementariedad analizada en estos términos en la literatura es la existente entre las decisiones de innovar y el comportamiento exportador de la empresa, que llevadas a cabo en forma simultánea, mejoran la *performance* de las empresas. De esta manera, la contribución de la innovación a la competitividad es mayor si la firma realiza ventas al exterior, mientras que el aporte de la exportación a la productividad también es mayor para aquellas empresas innovadoras (Golovko & Valentini, 2011). Se pueden mencionar algunos trabajos que la abordan y encuentran evidencia a favor de dicha complementariedad (Aw et al., 2011; Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013; Golovko & Valentini, 2011; Liseras & Mauro, 2020; Love & Roper, 2015; Neves et al., 2016).

Para el caso particular de complementariedad entre TIC e innovación pueden mencionarse pocos estudios que la abordan. Por un lado, el de Mohnen et al. (2018), quienes encuentran que el gasto en I+D y la inversión en TIC por empleado son complementarias en empresas de Holanda, al estimar las ecuaciones en forma simultánea.³⁷ Esto implica que las TIC facilitan la innovación e incrementan la productividad de la I+D, a la vez que la inversión en esta última genera conocimientos que pueden transmitirse mediante estas tecnologías, lo que potencia su rendimiento. Por otro, Hall et al. (2013) estudian la inversión en I+D y en TIC en empresas italianas mediante un modelo *probit* bivariado, aunque no encuentran evidencia a favor de dicha complementariedad. En síntesis, los trabajos que estudian estas relaciones son escasos y

³⁶ La discusión acerca del carácter cognitivo de la innovación y el uso de TIC se presenta al describir las capacidades acumuladas de la firma en la sección 3.2.1.

³⁷ Si bien varios trabajos se refieren a la inversión en capital TIC, se enfatiza en el estudio del uso al reflejar en mejor medida la integración de la tecnología en la firma (Billón Currás et al., 2007), tal como se sigue en esta investigación.

muestran resultados ambiguos. Por lo tanto, en esta tesis se estima económicamente la complementariedad entre el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación, bajo la hipótesis de que resultan complementarias.

3.4 Síntesis y derivación de hipótesis

A modo de síntesis del marco teórico discutido, la literatura revisada permite identificar dos grupos de factores que afectan el mayor uso de TIC en la empresa, los cuales se utilizan en esta tesis para el análisis del grado de uso de *software*. Entre los estratégicos se encuentran aquellas decisiones de las empresas, tales como esfuerzos en materia de innovación, calificación de los trabajadores, inversión en infraestructura, gestión de la calidad, formalización de los procesos, acceso a mercados externos y diversificación productiva. Por su parte, el tamaño y sector al que pertenece la firma son las variables estructurales más importantes. En el Anexo 1 se presenta una tabla (Tabla A2) que resume la evidencia empírica en relación con los factores que se profundizaron en esta revisión.

Por otra parte, el uso de TIC es una decisión que es posible que se complemente con otras, como pueden ser la innovación, la calificación de los trabajadores y los cambios organizacionales. Aun cuando algunas complementariedades están estudiadas -por ejemplo, entre innovación y exportación, y entre distintos tipos de TIC-, la sinergia entre el uso de TIC y la obtención de resultados de innovación ha sido poco explorada. En tal sentido, la evidencia de complementariedad entre éstas es un aspecto para profundizar.

3.4.1 Hipótesis

Del marco teórico precedente, se derivan las siguientes hipótesis de investigación:

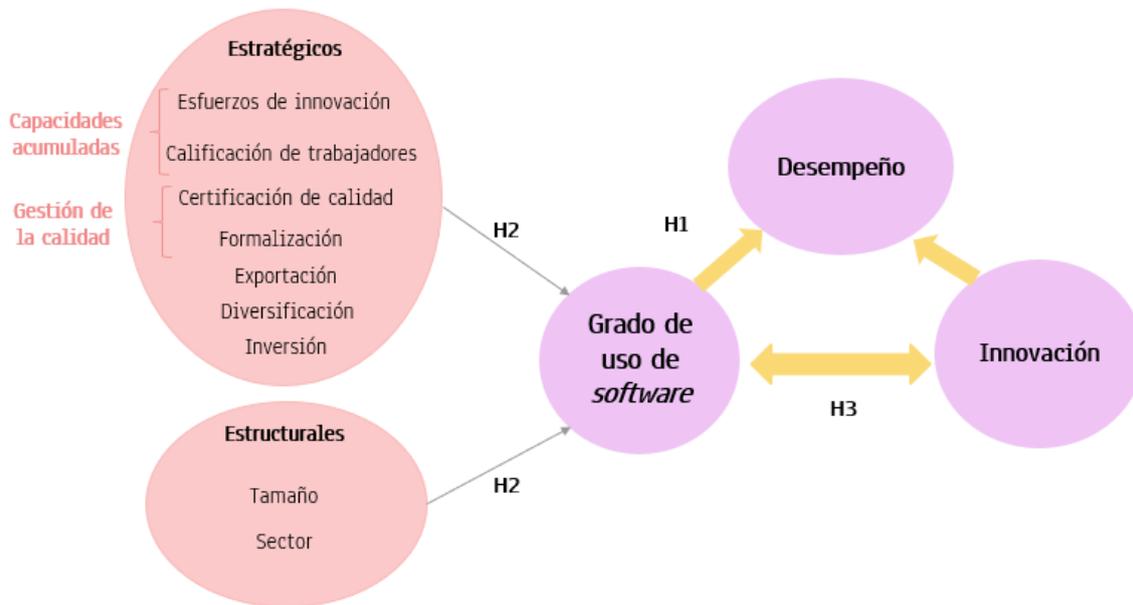
H1) El desempeño competitivo difiere entre los distintos perfiles de empresas según su grado de uso de *software*.

H2) El grado de uso de *software* difiere entre las empresas en función de factores estratégicos y estructurales.

H3) Existe complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación.

En la Figura 1 se sintetizan las variables discutidas y se muestra su relación con las hipótesis de investigación planteadas.

Figura 1. Factores asociados al uso de *software* y su relación con el desempeño y la innovación



Fuente: Elaboración propia.

4. Metodología

En esta investigación se propone un estudio cuantitativo con un tipo de diseño no experimental, transversal y retrospectivo. En este apartado se presenta la fuente de datos, se definen las variables que se utilizan en el análisis multivariado y en las estimaciones econométricas, y, por último, se describe la metodología y se expresa la formulación de los modelos.

4.1 Fuente de datos

La principal fuente de datos de esta investigación es una encuesta presencial realizada entre mayo y noviembre de 2018 a empresas industriales del Partido de General Pueyrredon (PGP). Consiste en una muestra estratificada por sector de actividad, con inclusión forzosa de las empresas más grandes y selección aleatoria de las restantes, con sobre-representación de firmas radicadas en el Parque Industrial Mar del Plata-Batán. Esta encuesta fue realizada por el Grupo de Análisis Industrial de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FCEyS) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) con financiamiento del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y con la colaboración activa de la Secretaría de Producción de la Municipalidad de General Pueyrredon (MGP).

La encuesta fue dirigida a firmas industriales con más de 5 ocupados – población- y cuenta con un módulo específico de uso de TIC, además de suministrar

información sobre Características generales de las empresas, Exportaciones, Adquisición de materias primas e insumos, Producción, inversión y tecnología, Actividades de innovación, Diversificación productiva, Ocupados y demanda laboral, Medio ambiente y Ventas. Para esta investigación, se dispone de 280 encuestas completas.

4.2 Definición de variables

En este apartado se definen las variables utilizadas en el análisis, primero se comenta sobre aquellas principales en esta investigación y luego se sintetizan todas en la Tabla 1.

Uso de software

En esta tesis se hace referencia al *software* como los sistemas que apoyan las operaciones empresariales cotidianas y la toma de decisiones de la firma, es decir, que integran procesos concretos de la cadena de valor (Aral et al., 2006; Engelstätter, 2012).³⁸

Con respecto a la operacionalización, el grado de uso de *software* se construye a partir de tres variables independientes que miden, respectivamente, si la empresa utiliza *software* en las áreas de gestión administrativa, producción y comercialización o marketing (areas).³⁹ La operacionalización utilizada es similar a la mencionada por Molina et al. (2013), donde se la mide como variable de conteo, con un rango de 0 a 3. A partir de esta medida, se construye el grado de uso (grado) que alude a la intensidad de uso de *software*: 0 representa un uso menor -en ninguna o sólo en 1 área estratégica- y 1 un uso mayor -en 2 o 3 áreas-.

Por otro lado, se define otra variable referida al tipo de contratación de *software*, ya sea enlatado o a medida (tipo), tal como se pregunta en la encuesta. En este caso se construye una variable con tres niveles al combinar la forma de contratación del *software* en cada una de las áreas: sólo enlatado, sólo a medida o ambos. Al contratar un

³⁸ Es importante mencionar que tanto en los artículos científicos y los libros consultados, como en las encuestas de innovación que se llevan a cabo en Argentina (tales como la ENIT y la ENDEI) no se encuentra una definición precisa de *software*, sino más bien una mención a los sistemas informáticos que se relacionan con éste y que pueden aplicarse en la empresa (por ejemplo, ERP, CAD, CAM, MRP, CRM, SCM, DSS, BI, EIS). Se pueden encontrar definiciones de algunos de estos sistemas informáticos, especialmente ERP, SCM y CRM, en varios trabajos (Bekerman & Cataife, 2001; Engelstätter, 2012; Findik & Tansel, 2015; Hendricks et al., 2007; Hitt et al., 2002; Kotelnikov, 2007; Vera, 2006; Wu & Wang, 2007).

³⁹ En varios trabajos se utiliza una variable que mide el uso de *software* por áreas, por ejemplo, Breard & Yoguel (2013), Gallego et al. (2014) y Molina et al. (2013).

sistema informático enlatado la empresa implementa un tipo estandarizado que funciona para un área específica de trabajo, por ejemplo, la gestión de la producción o la comercialización (Tigre & Marques, 2009). Un *software* que no está customizado puede adaptarse mejor en algunas áreas, tal como el sistema que se aplica en la gestión administrativa. Sin embargo, dado que el programa no está diseñado para una firma en particular, sus singularidades no están contempladas, por lo tanto, puede generar un problema en lugar de una solución. Este tipo de contratación suele materializarse mediante el pago de una licencia de uso o un *fee* mensual, por lo tanto, la empresa accede a usar el sistema que el oferente configura para ella. Por su parte, la contratación de un programa a medida le permite a la firma contar con una solución que se adapta a sus especificidades (Bekerman & Cataife, 2001). Aun cuando los tiempos de implementación pueden ser más prolongados, en este proceso el vínculo con el oferente es estrecho, lo que posibilita el intercambio de conocimientos mediante el contacto permanente con el proveedor. En este sentido, la participación activa de la empresa retroalimenta el proceso y permite identificar las mejoras. En otras palabras, la firma participa de un proyecto, es decir, del diseño y desarrollo, los cuales se concretan en conjunto.

Innovación

La innovación puede medirse como variable de *input* a través de los gastos en actividades innovativas que representan los esfuerzos, y como variable de *output* que indica los resultados, es decir, si la empresa obtiene o no un producto y/o proceso nuevo y/o mejorado (Mohnen & Hall, 2013). La primera de ellas se utiliza como variable explicativa en los modelos lineales generalizados que van a estimarse, y se refiere a la inversión en alguna de las siguientes actividades: actividades de I+D, adquisición de bienes de capital, adquisición de *software* y/o *hardware*, adquisición de licencias y/o patentes, y diseño industrial y actividades de ingeniería. En este caso, la construcción de la variable toma en cuenta todas las actividades detalladas excepto la adquisición de *software* y/o *hardware*. La innovación como *output* se utiliza como variable dependiente en la estimación del modelo *biprobit*.

Desempeño

El desempeño de una firma se puede aproximar al valor agregado por trabajador, medido por el ratio *ventas/ocupados* (Chudnovsky et al., 2006; Damijan et al., 2010; García Pérez & Avella Camarero, 2008; Monreal-Pérez et al., 2012; Neves et al., 2016).

En este trabajo se categoriza a partir de la ubicación con respecto a la mediana de la rama de actividad y del sector (Brambilla & Tortarolo, 2018; Esteve-Pérez & Rodríguez, 2013; Marcel & Liseras, 2020). Es decir, luego de agrupar a las empresas en sectores, se calcula la mediana de ventas por ocupado en cada uno y se asigna el valor 1 a la empresa dentro del grupo cuyo cociente supera la mediana y el valor 0 si se ubica por debajo. Se opta por la mediana en lugar de la media como medida de tendencia central, a fin de hacer la categorización más robusta a la presencia de valores extremos (Marcel & Liseras, 2020).

En la Tabla 1 se presentan todas las variables acompañadas de su correspondiente definición, operacionalización y escala.

Tabla 1. Definición de variables

Rótulo	Definición	Operacionalización	Escala
areas	Cantidad de áreas en las que usa <i>software</i>	Indica la cantidad de áreas en las que utiliza <i>software</i> la empresa	0 a 3
grado	Grado de uso de <i>software</i>	Indica el grado de uso de <i>software</i> en la empresa	0 = Uso menor 1 = Uso mayor
tipo	Uso de <i>software</i> por tipo de contratación	Indica el tipo de contratación de <i>software</i> de la empresa	0 = Ninguno 1 = Enlatado y a medida 2 = Enlatado 3 = Medida
innova	Resultados de innovación	Indica si la empresa obtuvo un producto y/o un proceso nuevo o mejorado.	0 = No innova 1 = Innova
desempeño_s	<i>Performance</i> de la empresa en el sector	Indica si la empresa tiene un desempeño por encima o por debajo de la mediana del sector	0 = Por debajo 1 = Por encima
desempeño_r	<i>Performance</i> de la empresa en la rama	Indica si la empresa tiene un desempeño por encima o por debajo de la mediana de la rama de actividad	0 = Por debajo 1 = Por encima
gasta	Esfuerzos de innovación	Indica si la empresa ha realizado gastos en el último año en alguna actividad innovativa	0 = No 1 = Sí
calif	Ocupados calificados en la empresa	Indica el porcentaje de ocupados calificados sobre el total de ocupados de la empresa ⁴⁰	En porcentaje (%)
calif_med	Ocupados calificados por encima de la media de la industria	Indica si en la empresa hay más ocupados calificados que la media para el total de la industria	0 = No 1 = Sí
procedimientos	Formalización de	Indica si la empresa ha formalizado	0 = No

⁴⁰ Se utiliza una proxy de la calificación como el porcentaje de ocupados con educación técnica o superior (universitaria) en relación con el total de trabajadores de la firma. Esta medida es utilizada en diversos trabajos sobre el tema (Basant et al., 2006; Battisti et al., 2007; Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; García-Moreno et al., 2018; Grazi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011; Hidalgo & López, 2009).

	procedimientos	procedimientos	1 = Sí
certifica	Certificación de calidad	Indica si la empresa certifica calidad	0 = No certifica 1 = Certifica
exporta	Exportación	Indica si la empresa realiza ventas al exterior	0 = No exporta 1 = Exporta
dp	Diversificación productiva	Indica si la empresa realiza un único producto o más de uno	0 = No diversificada 1 = Diversificada
invierte	Realización de inversiones	Indica si la empresa invirtió en los últimos 3 años ⁴¹	0 = No invierte 1 = Invierte
tamaño	Tamaño	Indica el tamaño de la empresa medido en número de ocupados	0 = Microempresa (1 a 15) ⁴² 1 = Pequeña (16 a 60) 2 = Mediana (más de 61)
sector	Sector según tipo de intensidad	Indica el sector al que pertenece la empresa en función de la característica tecnológica-sectorial	0 = Intensivo en recursos naturales 1 = Intensivo en trabajo 2 = Intensivo en I+D 3 = Intensivo en escala
rama_agrup	Rama de actividad	Indica la rama de actividad agrupada a la que pertenece	0 = Alimenticia pesquera 1 = Alimentos y bebidas (excepto pesca) 2 = Textil confecciones 3 = Madera y muebles 4 = Papel e imprenta 5 = Química, caucho y plástico 6 = Metalmecánica 7 = Maquinarias y equipos 8 = Aparatos eléctricos y otros equipos 9 = Automotores, partes y naval 11 = Otras actividades

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se explicita la agrupación de ramas que da lugar a la definición de sector intensivo (Tabla 2).

Tabla 2. Definición de Sector intensivo

Sector	Rama
Intensivo en recursos naturales	Alimenticia pesquera
	Alimentos y bebidas (excepto pesca)
	Otras actividades
Intensivo en trabajo	Textil confecciones

⁴¹ Esta variable se incluye en el modelo *biprobit*, en ambas ecuaciones, por su influencia sobre los resultados de innovación (Bertschek et al., 2013; Grazzi & Jung, 2016).

⁴²De acuerdo con la Resolución de la SECPYME 154/18 se consideran microempresas las que tienen hasta 15 ocupados, pequeñas de 16 hasta 60 ocupados, medianas tramo 1 de 61 hasta 235 ocupados; y mediana tramo 2 las que tienen de 236 a 655 ocupados. En este caso, las medianas conforman una única categoría por el bajo número de empresas en el tramo 2 y grandes.

	Madera y muebles Papel e imprenta
Intensivo en I+D	Química, caucho y plástico Aparatos eléctricos y otros equipos
Intensivo en escala	Metalmecánica Maquinarias y equipos Automotores, partes y naval

Fuente: Elaboración propia en base a Chudnovsky et al. (2006).⁴³

4.3 Técnicas de análisis

En este apartado se describe la metodología aplicada para responder a cada uno de los objetivos de esta investigación: el análisis de asociación, así como el de regresión que se lleva a cabo para estimar tanto los factores que explican el uso de *software* por parte de empresas industriales como la complementariedad entre el grado de uso de *software* y los resultados de innovación.

4.3.1 Análisis de correspondencias múltiples (ACM)

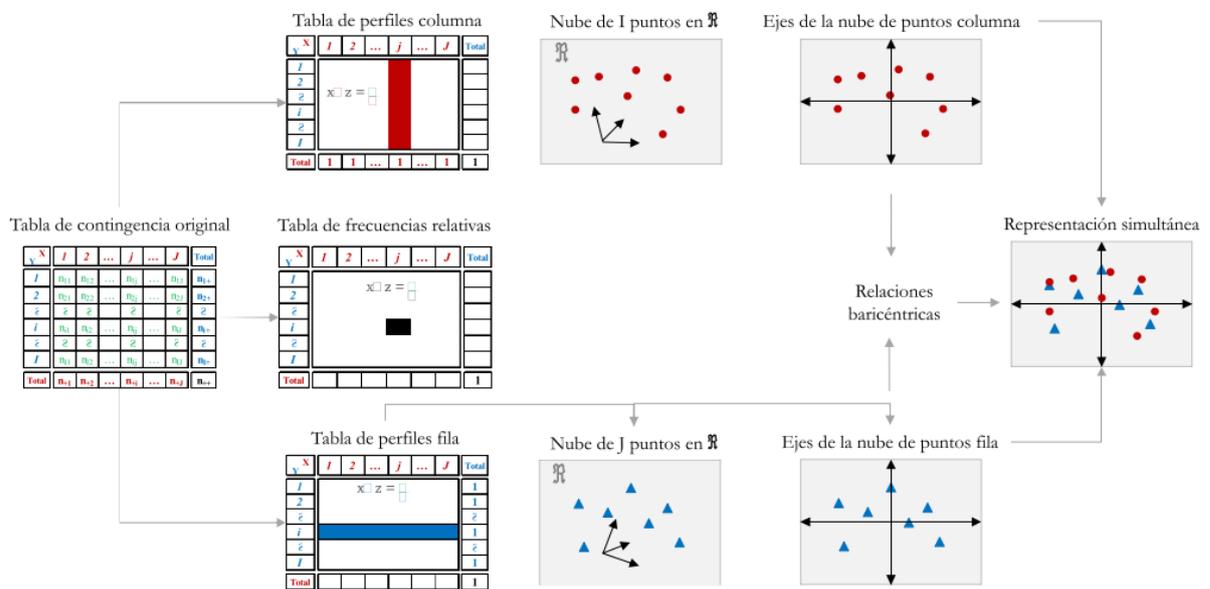
Con el propósito de identificar perfiles de empresas que utilizan *software*, se plantea un ACM que se realiza mediante el *software* R con el paquete FactoMineR (Lê et al., 2008). Esta técnica, ampliamente utilizada en Ciencias Sociales, permite describir, explorar, resumir y visualizar información contenida en una tabla de n individuos descriptos por Q variables categóricas (Di Franco, 2015; Husson & Josse, 2014; Le Roux & Rouanet, 2010). Este método convierte una matriz de datos en un gráfico donde las filas y las columnas se representan como puntos en el plano (Greenacre & Hastie, 1987).

Husson & Josse (2014) enumeran como principales objetivos del ACM: (i) proveer una tipología de los individuos (empresas en este caso), estudiando las similitudes entre ellos desde una perspectiva multidimensional; (ii) descubrir las relaciones entre variables y estudiar la asociación entre sus categorías; (iii) vincular el estudio de los individuos y el de las variables para caracterizar a los primeros utilizando las últimas. Di Franco (2015) agrega que el método crea unas pocas dimensiones capaces de reproducir la mayor parte de la inercia entre las variables-categoría analizadas en un número reducido de factores que expresan combinaciones de todas las categorías activas.

⁴³Cabe destacar que la taxonomía fue propuesta inicialmente por Pavitt (1984), quien identificó a las empresas respecto de la producción de tecnología y la diversidad sectorial, cuestión que no es abordada en la teoría neoclásica de la firma.

Cada fila de la matriz de indicadores tiene J coordenadas y define un vector en \mathbb{R}^J . Por tanto, puede representarse como un punto en \mathbb{R}^J , y el conjunto de filas es la nube de individuos. Desde un punto de vista geométrico, el estudio de las similitudes entre los individuos puede considerarse como el estudio de la forma de esta nube de puntos (Husson & Josse, 2014).⁴⁴ En relación a la codificación, dado que se cuenta con Q variables nominales, se generan distintas tablas de contingencia, dando como resultado la que se conoce como matriz de Burt, a partir de la cual se obtienen los auto vectores y autovalores (Figura 2) (López-rolbán & Fachelli, 2015).

Figura 2. Transformación de la tabla de contingencia



Fuente: López-Roldán & Fachelli (2015).

Dos individuos (observaciones) están cerca el uno del otro si responden a un número relativamente grande de preguntas de la misma manera, y están más alejados si tienen perfiles de respuesta muy diferentes (Husson & Josse, 2014; Le Roux & Rouanet, 2010). De considerar todas estas distancias entre los individuos surge la nube de individuos que consta de n puntos. Dentro de las variables, aquellas categorías que tienen frecuencias bajas contribuyen proporcionalmente más a la distancia entre los individuos que eligen la respuesta y los que no la seleccionan. Las distancias dan forma a la nube de puntos que tiene un centro de gravedad y una inercia total, concepto que es una extensión multidimensional de la varianza y se define como la suma de las distancias al cuadrado desde los individuos al centro de gravedad ponderado por el peso

⁴⁴ La forma de la nube está determinada por el nivel de separación de los autovalores (Le Roux & Rouanet, 2010).

de los individuos, lo que se simplifica en el número medio de categorías por variable menos uno. Si la categoría es poco frecuente, su inercia es mayor y, por lo tanto, categorías con frecuencias bajas pueden influir en el análisis global de los resultados (de la Fuente Fernández, 2011). Con respecto a las variables, su inercia se calcula como la suma de las inercias de sus categorías, en consecuencia, cuántas más categorías tenga una variable, mayor será su inercia. La inercia total de las nubes de categorías es igual a la inercia total de las nubes de individuos (Husson & Josse, 2014; Le Roux & Rouanet, 2010).⁴⁵

La visualización de la nube de individuos no es directa ya que se trata de un espacio de muchas dimensiones, por ello, se proyecta en un subespacio de baja dimensionalidad al maximizar la variabilidad de la inercia proyectada. La calidad del ajuste de la nube en el espacio bidimensional se mide por el porcentaje de inercia. En términos gráficos, la proximidad entre dos categorías se interpreta como la proximidad entre dos grupos de individuos, es decir, indica que los niveles de esas variables aparecen junto con las observaciones (Abdi & Valentin, 2007). En términos estadísticos, esta cercanía se entiende como una asociación directa entre categorías (López-roldán & Fachelli, 2015). Si presentan coordenadas altas, pero no se encuentran próximas indica que están inversamente asociadas. Cuanto más lejos del origen de un eje se encuentre un punto, mayor será su contribución a la formación del eje (Di Franco, 2015).

En un gráfico *biplot* se pueden representar los puntos filas y columnas en un mismo espacio (Greenacre & Hastie, 1987). Este gráfico se complementa con una elipse de concentración, la cual se define como la elipse de inercia tal que una distribución uniforme en el interior de la elipse tiene la misma varianza que la sub-nube. Las elipses de inercia de una nube tienen su centro en el punto medio de la nube y son homotéticas entre sí (Le Roux & Rouanet, 2010).

4.3.2 Modelos Lineales Generalizados (MLG)

La estrategia de análisis adoptada para la segunda hipótesis de investigación (H2) consiste en estimar económicamente un Modelo Lineal Generalizado (MLG) para variables de respuesta binarias y de conteo.

⁴⁵ La inercia total también se calcula como la suma de los autovalores de la matriz de Burt (López-roldán & Fachelli, 2015).

Toda distribución de probabilidad que pertenezca a la familia exponencial uniparamétrica se puede modelar mediante un Modelo Lineal Generalizado (Gill, 2000). Así, los MLG son modelos lineales para la media transformada de una variable que tiene una distribución de probabilidad en la familia exponencial uniparamétrica. En particular, cuando la variable respuesta tiene distribución de Bernoulli, μ representa la probabilidad de éxito y $(1 - \mu)$ la probabilidad de fracaso, cuya función de probabilidad se expresa como:

$$f(Y|1, \mu) = \mu^Y (1 - \mu)^{1-Y}$$

En tanto que la función de probabilidad correspondiente a una variable aleatoria que sigue una distribución de tipo Poisson, resulta:⁴⁶

$$f(Y/\mu) = \frac{\exp(-\mu)\mu^Y}{Y!}$$

La distribución de Poisson es unimodal y está sesgada hacia la derecha para los posibles valores. Hay un único parámetro ($\mu > 0$) que representa la media y la varianza e indica que ambas son iguales, lo que se conoce como equidispersión.

$$E(Y_i/X_i) = Var(Y_i/X_i) = \mu_i = \Pr(Y = j) = \exp(X_i\beta)$$

Los MLG poseen tres elementos: un componente aleatorio que nos indica cuál es la distribución de probabilidad de la variable respuesta, una función de enlace (g) que es conocida, monótona y diferenciable, y permite ligar la media de la variable respuesta con las variables explicativas; y un predictor lineal (componente sistemático) en los parámetros (η) que indica la relación entre la variable respuesta y las variables explicativas (Agresti, 2007). Para el caso de la variable binaria:

$$error_i \sim Bi(1, \mu)$$

$$g(\mu) = \text{logit}(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right) = \eta = X\beta$$

Mientras que, para el caso de la variable de conteo, el logaritmo de la media es la función de enlace que hace a la media lineal en los parámetros, por lo tanto, es un modelo log-lineal (Daalgard, 2008):

$$error_i \sim P(\mu)$$

⁴⁶ La función exponencial al ser siempre positiva asegura que los valores predichos para la variable dependiente también lo sean (Wooldridge, 2012).

$$g(\mu) = \log(\mu_i) = \eta = X\beta$$

Los coeficientes de un MLG se estiman por máxima verosimilitud (Wooldridge, 2010). Los estimadores de máxima verosimilitud (EMV) comprenden los valores de los coeficientes que maximizan la función de verosimilitud, es decir, los valores de los parámetros que más probablemente hayan generado los datos (Stock & Watson, 2012). Los EMV son consistentes, tienen varianza mínima y se distribuyen normalmente en muestras grandes (Stock & Watson, 2012; Verbeek, 2004). El método de máxima verosimilitud funciona a través de un algoritmo que, en el caso de modelos no lineales, es iterativo, como por ejemplo el de Newton-Raphson (Verbeek, 2004).⁴⁷ Cabe destacar que para el modelo log-normal el estimador se llama cuasi máximo verosímil, ya que se asume que el primer momento está bien especificado y se permite que los restantes puedan no estarlo (Cameron & Trivedi, 2013). El estimador cuasi máximo verosímil es consistente (Wooldridge, 2012).

Cuando la variable de respuesta es binaria, los coeficientes estimados, una vez exponenciados, se interpretan como cocientes de chances condicionales. Asimismo, la probabilidad estimada del evento se obtiene a partir de la función de enlace inversa:

$$g^{-1}(\eta) = \mu = \frac{\exp(X\beta)}{1 + \exp(X\beta)}$$

Dado que la relación entre la $Pr(Y = 1) = \mu$ y las X es no lineal, el efecto de un cambio unitario en alguna de las variables explicativas tiene menos impacto cuando μ está cerca de 0 o de 1, que cuando se encuentra cerca de 0,5. Además, el efecto de cada variable sobre μ no es independiente del valor de las restantes variables explicativas.

Para el caso de la variable de conteo, un incremento unitario en X tiene un efecto porcentual de $\exp(\beta)$ sobre la media, así los coeficientes se interpretan como semi-elasticidades (Wooldridge, 2012). Su función de enlace inversa es:

$$g^{-1}(\eta) = \exp(\eta)$$

Con respecto a la restricción de equidispersión mencionada previamente, ésta no suele cumplirse en diversas aplicaciones empíricas y se observa sobredispersión, que indica que la varianza del proceso generador de los datos es mayor que la tendencia

⁴⁷ Un algoritmo iterativo parte de un valor inicial y, a partir de dicho valor, se realiza una vez el proceso y se continúa sucesivamente hasta alcanzar la convergencia (Verbeek, 2004).

central (Cameron & Trivedi, 1986; Wooldridge, 2012). Cuando se mejora la estructura de medias del modelo (incorporando variables explicativas) la sobredispersión puede reducirse, no obstante, si persiste, se recomienda estimar mediante errores robustos (Cameron & Trivedi, 1986). Otra opción, cuando la diferencia entre estas estimaciones es grande, consiste en ajustar a otras distribuciones, como la binomial negativa, que permite modelar de forma más flexible la varianza.

En los modelos no lineales, la inferencia estadística debe realizarse mediante pruebas de Wald y Razón de verosimilitud (*LR*). La prueba de Wald contrasta la hipótesis nula que postula que la variable no resulta estadísticamente significativa: $H_0) \beta = 0$. El estadístico de Wald se construye como el cociente entre el estimador ($\hat{\beta}$) y su error estándar asintótico ($ASE(\hat{\beta})$). El estadístico de prueba tiene una distribución normal estándar y cuando se eleva al cuadrado, una distribución chi-cuadrado con un grado de libertad (Agresti, 2007). Formalmente:

$$z = \left(\frac{\hat{\beta}}{ASE(\hat{\beta})} \right) \sim N(0,1)$$

$$z^2 = \left(\frac{\hat{\beta}}{ASE(\hat{\beta})} \right)^2 \sim X_1^2$$

La razón de verosimilitud (*LR*) o cociente de verosimilitud compara dos modelos: uno restringido –de donde surge L_0 - y otro no restringido –de donde surge L_1 - bajo la hipótesis nula de que el modelo restringido es el adecuado. Los grados de libertad indican la cantidad de restricciones impuestas (q). Formalmente:

$$LR = -2 \log \left(\frac{\ell_0}{\ell_1} \right) = -2 (L_0 - L_1) \sim X_q^2$$

Poder predictivo del modelo

Al elegir un modelo logístico, dos de las herramientas que permiten evaluar su capacidad predictiva son la tabla de clasificación y la curva ROC. A continuación, se detallan cada una.

Tablas de clasificación

La tabla de clasificación entre valores observados y estimados tiene como finalidad determinar en qué medida los valores estimados del modelo se corresponden con los valores observados de la variable de respuesta. Cada probabilidad estimada ($\hat{\mu}_i$) es clasificada como éxito o fracaso, de acuerdo a un punto de corte arbitrario que

generalmente es 0,5 (Agresti, 2007). Por lo tanto, las estimaciones ($\hat{\mu}_i$) se comparan con los valores observados de la variable dependiente (Y_i).

Sensibilidad: indica si el modelo clasifica correctamente a la probabilidad de éxito del suceso como tal. Si esto no sucede, se incurre en un error de tipo I.

Especificidad: indica si el modelo clasifica correctamente a la probabilidad de fracaso como tal. Si esto no sucede, se incurre en un error de tipo II.

A partir de conceptos previamente definidos, son deseables los modelos con alta sensibilidad y especificidad por contar con una mayor capacidad predictiva (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de clasificación

Valor observado	$\hat{\mu}_i \geq 0,5$	$\hat{\mu}_i < 0,5$	Total
Y=1	Sensibilidad	Error tipo I	100%
Y=0	Error tipo II	Especificidad	100%

Fuente: Elaboración propia.

Curva ROC

Al seguir a Agresti (2007), la curva ROC (*receiver operating characteristic*) es un gráfico de la sensibilidad en función de “1-especificidad” para todos los posibles puntos de corte, cuya forma cóncava une las coordenadas (0,0) y (1,1). Para valores de corte cercanos a 0, la sensibilidad es cercana a 1 ya que la $Pr(Y = 1)$ aumenta y la especificidad es cercana a 0, por lo tanto, la curva tiende al punto (1,1). En cambio, a medida que los valores de corte se acercan a 1, la sensibilidad se acerca a 0 dado que la $Pr(Y = 0)$ es muy alta, mientras que la especificidad se acerca a 1, por lo tanto, la curva tiende al origen de coordenadas.

Para una especificidad dada, se prefiere una mayor sensibilidad, es decir, cuanto mejor sea el poder predictivo del modelo, más alta será la curva ROC. De esta forma, cuanto mayor es el área debajo de la curva, mejor es la capacidad predictiva del modelo. La curva ROC constituye una herramienta que brinda más información que las tablas de clasificación porque resume el poder predictivo del modelo para todos los puntos de corte que puedan ser considerados. Si la curva ROC fuese una recta, el poder predictivo del modelo igual a 0,5 indicaría que el mismo es igual clasificador que el azar.

4.3.3 Modelo probit bivariado

La estrategia de análisis que se sigue para la tercera hipótesis de investigación (H3) consiste en estimar un modelo *probit* bivariado, para determinar la existencia de complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación. Para esto se utiliza el paquete GJRM en R (Marra & Radice, 2020). Este modelo es una extensión del modelo *probit* univariado y se utiliza para modelar dos variables dependientes de elección binaria en forma simultánea (De Luca, 2008). Esta estrategia permite modelar errores correlacionados, como en un modelo de regresión aparentemente no relacionado –*Seemingly Unrelated Regression* o *SUR model* (Greene, 2018; Hardin, 1996).

Un modelo *probit* bivariado se define de la siguiente manera:⁴⁸

$$y_1^* = x_1' \beta_1 + \varepsilon_1, y_1 = 1 \text{ si } y_1^* > 0, y_1 = 0 \text{ c.c.}$$

$$y_2^* = x_2' \beta_2 + \varepsilon_2, y_2 = 1 \text{ si } y_2^* > 0, y_2 = 0 \text{ c.c.}$$

donde y_1^* y y_2^* son variables latentes, es decir, no se observan, pero están relacionadas a las variables observadas y_1 e y_2 . x_1 y x_2 representan a las variables independientes de cada ecuación, mientras que β_1 y β_2 son los vectores de parámetros a estimar, y ε_{1i} e ε_{2i} son los errores que siguen una distribución bivariada con media cero, varianza unitaria y coeficiente de correlación ρ , tal como expresamos a continuación:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Los parámetros se estiman mediante el método de máxima verosimilitud. La distribución normal acumulada bivariada es $P(X_1 < x_1, X_2 < x_2) = \int_{-\infty}^{x_2} \int_{-\infty}^{x_1} \phi_2(z_1, z_2, \rho) dz_1 dz_2$ y se denota con $\Phi(x_1, x_2, \rho)$. Mientras que la función de densidad es:

$$\Phi(x_1, x_2, \rho) = \frac{e^{-\left(\frac{1}{2}\right)(x_1^2 + x_2^2 - 2\rho x_1 x_2)/(1-\rho^2)}}{2\pi(1-\rho^2)^{1/2}}$$

Para construir la función de log-verosimilitud se utilizan q_{i1} y q_{i2} para re-exresar las variables dependientes, es decir, $q_{i1} = 2y_{i1} - 1$ y $q_{i2} = 2y_{i2} - 1$, tal que $q_{ij} = 1$ si $y_{ij} = 1$ y $q_{ij} = -1$ si $y_{ij} = 0$. Además, para simplificar la notación $z_{ij} =$

⁴⁸Se sigue a Greene (2018) en toda la sección y se respeta su notación.

$x'_{ij}\beta_j$, $w_{ij} = q_{ij}z_{ij}$ y $\rho_{i^*} = q_{i1}q_{i2}\rho$.⁴⁹ Las probabilidades que ingresan en la función de verosimilitud son:

$$P(Y_1 = y_{i1}, Y_2 = y_{i2} | x_1, x_2) = \Phi_2(w_{i1}, w_{i2}, \rho_{i^*})$$

Finalmente, la función de log-verosimilitud se expresa como:

$$\log L = \sum_{i=1}^n \ln \Phi_2(w_{i1}, w_{i2}, \rho_{i^*})$$

Y sus derivadas parciales:

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{ij}g_{ij}}{\Phi_2} \right) x_{ij}, j = 1, 2$$

$$\frac{\partial \log L}{\partial \rho} = \sum_{i=1}^n \frac{q_{i1}q_{i2}}{\Phi_2}$$

Donde $g_{i1} = \phi(w_{i1})\Phi\left[\frac{w_{i2}-\rho_{i^*}w_{i1}}{\sqrt{1-\rho_{i^*}^2}}\right]$ y para obtener g_{i2} se invierten los subíndices 1 y 2.

Los estimadores de máxima verosimilitud se obtienen al igualar simultáneamente dichas derivadas parciales a cero.

Si ρ es significativamente distinto de cero, los errores de las ecuaciones están correlacionados y es más eficiente estimar las ecuaciones en forma conjunta, mientras que, si es igual a cero, se pueden estimar consistentemente dos modelos *probit* en forma separada (De Luca, 2008). La ausencia de correlación en el modelo se puede contrastar con una prueba de Lagrange, donde la hipótesis nula postula que ρ es igual a cero. El estadístico de prueba del multiplicador de Lagrange (*LM*) se expresa como:

$$LM = \frac{[\sum_{i=1}^n q_{i1}q_{i2} \frac{\phi(w_{i1})\phi(w_{i2})}{\Phi(w_{i1})\Phi(w_{i2})}]^2}{\sum_{i=1}^n \frac{[\phi(w_{i1})\phi(w_{i2})]^2}{\Phi(w_{i1})\Phi(-w_{i1})\Phi(w_{i2})\Phi(-w_{i2})}}$$

Esto mismo se puede contrastar con la prueba de razón de verosimilitud (*LR*) o la prueba de Wald. A continuación, se muestran dichos estadísticos:⁵⁰

⁴⁹ Cabe mencionar que los subíndices “2” se utilizan para indicar la distribución normal bivariada en la densidad ϕ_2 y en la acumulada Φ_2 .

⁵⁰ Para construir el estadístico LR se toma en cuenta que si ρ es igual a 0, se pueden estimar dos modelos *probit* separados, por lo cual, la log-verosimilitud sería la suma de éstos.

$$\lambda_{LR} = 2[\ln L_{bivariado} - (L_1 + L_2)] \sim X_1^2$$

$$\lambda_{WALD} = \left[\frac{\hat{\rho}_{MLE}}{\sqrt{ASVar(\hat{\rho}_{MLE})}} \right]^2 \sim X_1^2$$

A partir del modelo es posible obtener 4 resultados que corresponden a las 4 posibles realizaciones de las variables indicadoras binarias en forma conjunta (De Luca, 2008; Hardin, 1996), es decir:

$$P_{i11} = P(y_{i1} = 1; y_{i2} = 1)$$

$$P_{i10} = P(y_{i1} = 1; y_{i2} = 0)$$

$$P_{i01} = P(y_{i1} = 0; y_{i2} = 1)$$

$$P_{i00} = P(y_{i1} = 0; y_{i2} = 0)$$

Dado que la probabilidad bivariada no es una función de la media condicional, para evaluar la media condicional y los efectos marginales se define un vector $\mathbf{x} = \mathbf{x}_1 \cup \mathbf{x}_2$ y $\mathbf{x}'_1 \beta_1 = \mathbf{x}' \gamma_1$. γ_1 contiene todos los elementos que son distintos de cero de β_1 y posiblemente algunos ceros en las posiciones de las variables independientes que aparecen solo en la otra ecuación. γ_2 se define de la misma forma. La probabilidad bivariada es:

$$Prob(y_1 = 1, y_2 = 1 | \mathbf{x}) = \Phi_2(\mathbf{x}' \gamma_1, \mathbf{x}' \gamma_2, \rho)$$

Por lo tanto, el efecto marginal de un cambio en \mathbf{x} sobre la probabilidad está dado por:

$$\frac{\partial \Phi_2}{\partial \mathbf{x}} = g_1 \gamma_1 + g_2 \gamma_2$$

Todos los modelos se estiman en R (R Core Team, 2022) y el script se presenta en el Anexo 2.

5. Resultados

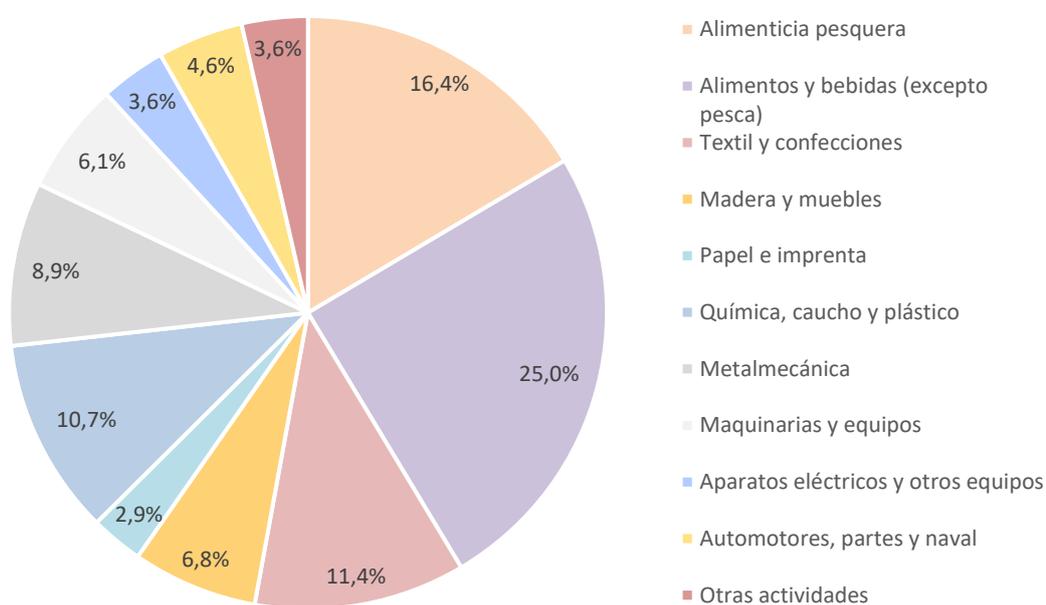
5.1 Análisis descriptivo

En primer lugar, se caracteriza la distribución de empresas industriales por su rama de actividad. Las empresas relevadas pertenecen, en su mayoría, a la rama Alimenticia (41,4%) (Figura 3). Para el PGP cabe realizar la distinción dentro de la rama Alimenticia, entre pesquera (16,4%) y no pesquera (25%), tanto por la importancia del puerto de Mar del Plata como lugar de desembarco de las capturas marítimas, como

por su contribución al Producto Bruto Geográfico (PBG) y al empleo (Gennero et al., 2008; Lacaze et al., 2014).

A su vez, un 11,4% de las firmas industriales corresponden a la rama Textil Confecciones y un 10,7% a Química, caucho y plástico, mientras que un 8,9% a Metalmecánica. Con menor proporción de empresas se encuentran (en orden descendente): Madera y Muebles (6,8%), Maquinarias y Equipos (6,1%), Automotores, partes y naval (4,6%), Aparatos eléctricos y otros equipos y Otras actividades (3,6%) y, por último, Papel e imprenta (2,9%) (Figura 3).⁵¹

Figura 3. Distribución de empresas por rama de actividad agrupada (en %)

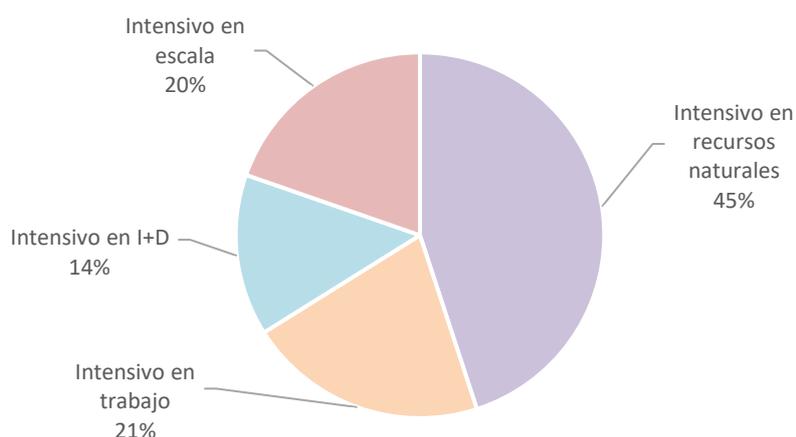


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se agrupan a las empresas de acuerdo con su característica tecnológica-sectorial: intensivo en recursos naturales, intensivo en trabajo, intensivo en I+D e intensivo en escala. Las empresas relevadas pertenecen en su mayoría al sector intensivo en recursos naturales que incluye el sector alimenticio (pesquero y no pesquero) (45%). En segundo lugar, un 21% de las firmas pertenecen al sector intensivo en trabajo, dentro del cual se destaca la rama Textil confecciones. Por último, un 20% pertenecen al sector intensivo en escala con predominancia de la rama metalmecánica y un 14% al sector intensivo en I+D (sector en el cual se encuentran las empresas oferentes de SSI, excluidas del análisis).

⁵¹Otras actividades incluyen Minerales no metálicos y Reciclado.

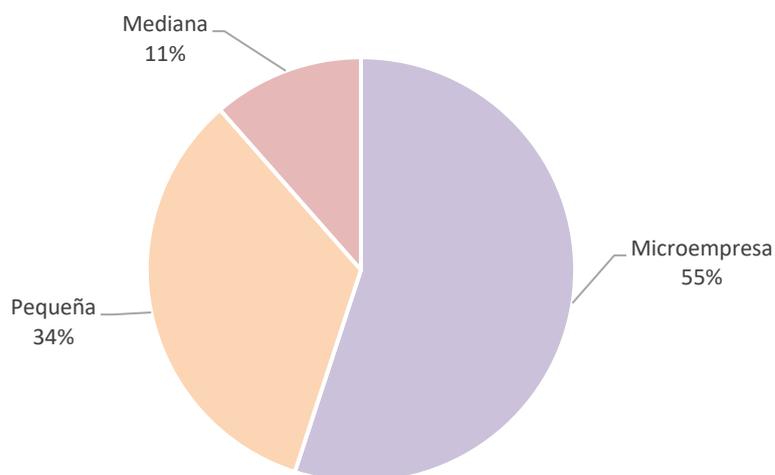
Figura 4. Distribución de empresas por sector (en %)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se presenta la distribución de las empresas por tamaño. Se observa en la figura que hay mayor proporción de microempresas (55%), mientras que un 34% son pequeñas y un 11% son medianas.⁵²

Figura 5. Distribución de empresas por estrato de tamaño (en %)



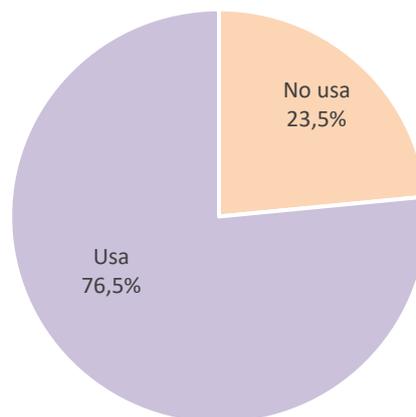
Fuente: Elaboración propia.

Un 76,5% de las empresas encuestadas utiliza *software* en al menos un área (Figura 6). Este resultado es similar al que encuentran Breard & Yoguel (2013) a partir de un esquema propio de taxonomías de uso de TIC, donde un 76,2% de las empresas

⁵²En este relevamiento se incluye a las firmas industriales de más de 5 ocupados, por lo cual, el porcentaje de microempresas en el total de la estructura productiva del PGP es aún mucho mayor.

tiene informatizada alguna de las áreas de negocio.⁵³ Si bien este porcentaje muestra una amplia difusión de la adopción de *software* en la industria del PGP, que una cuarta parte de las empresas no se encuentre informatizada en ninguna de sus áreas es una señal de baja competitividad.

Figura 6. Porcentaje de empresas que utiliza *software* en al menos un área



Fuente: Elaboración propia.

Las tablas de contingencia que se presentan a continuación permiten analizar la asociación entre el uso de *software* –en función de sus distintas definiciones y adicionalmente como una variable dicotómica que indica si en al menos una de las áreas por las que se preguntó se utiliza *software* (Tablas 4 y 5)- y otras variables. En dichas tablas, las celdas que indiquen que hay más empresas que las esperadas bajo la hipótesis nula de independencia, son sombreadas y dan indicios de asociación bivariada. En dichas celdas, los residuos estandarizados ajustados son mayores a 2 en valor absoluto (Agresti, 2007).

En la Tabla 4 se puede observar que las empresas que utilizan *software* pertenecen proporcionalmente más a la rama Maquinaria y Equipo, lo cual se puede asociar a su característica como media-alta intensidad tecnológica. Si bien en la rama Aparatos eléctricos y otros equipos el 100% de las empresas usa *software*, hay muy pocas firmas en la muestra que pertenecen a esa rama, por lo cual, no podemos captar indicios de asociación estadísticamente significativa.

Asimismo, hay una alta proporción de empresas de Química, caucho y plástico y Metalmecánica que usa estas tecnologías, resultado que coincide con Yoguel et al.

⁵³ Las áreas que utilizan para armar las taxonomías son: dirección y control productivo, proveedores y clientes, gestión empresarial y áreas más específicas.

(2004) para el grupo de empresas con competencias endógenas altas y elevada difusión de TIC. Por el contrario, el menor uso relativo de *software* se observa entre las empresas que pertenecen a la rama Alimenticia no pesquera, rubro en el cual es generalizado el uso de sistemas informáticos de baja complejidad, tales como planillas de cálculo. A nivel nacional, es extendido el uso básico de estos sistemas en los procesos de negocio (Breard & Yoguel, 2013).

Tabla 4. Porcentaje de empresas que utiliza *software* por rama de actividad

Rama de Actividad	Usa	No usa
Alimenticia pesquera	31,8%	68,2%
Alimentos y bebidas (excepto pesca)	65,1%	34,9%
Textil confecciones	77,4%	22,6%
Madera y muebles	78,9%	21,1%
Papel e imprenta	71,4%	28,6%
Química, caucho y plástico	90,0%	10,0%
Metalmecánica	87,5%	12,5%
Maquinarias y Equipos	100%	0%
Aparatos eléctricos y otros equipos	100%	0%
Automotores, partes y naval	75,0%	25,0%
Otras actividades	50,0%	50,0%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Por su parte, hay proporcionalmente más empresas pequeñas y medianas que utilizan *software* (Tabla 5). Así, las firmas con mayor cantidad de ocupados son las que invierten más en estas tecnologías, tal como se encuentra en otros trabajos (Montoya et al., 2019). El menor uso relativo de *software* se observa en las microempresas ya que puede resultar más difícil para este tramo afrontar la implementación de *software* por contar con menos recursos o una baja escala de producción. En el plano nacional, las empresas pequeñas utilizan predominantemente estructuras informáticas básicas (Breard & Yoguel, 2013).

Tabla 5. Porcentaje de empresas que utiliza *software* por estrato de tamaño

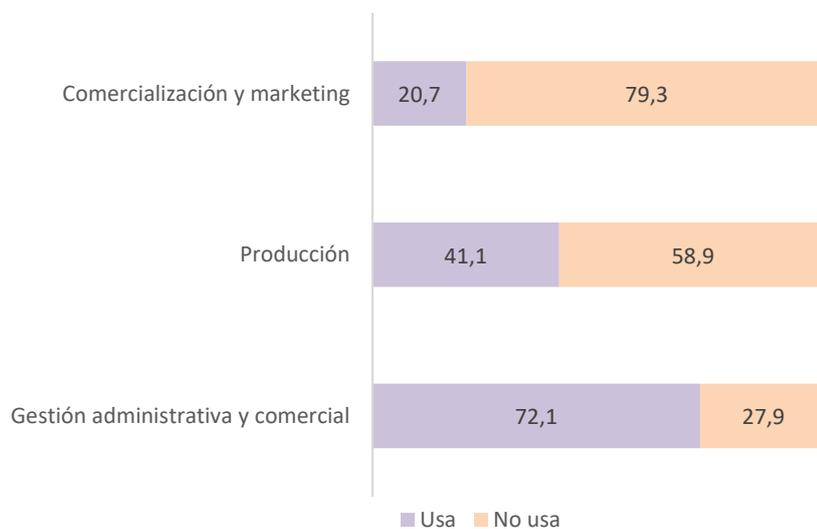
Tamaño	Usa	No usa
Microempresa	66,40%	33,60%
Pequeña	86,50%	13,50%
Mediana	93,50%	6,50%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Asimismo, se indaga acerca del tipo de *software* que utilizan las firmas industriales (Figura 7). La mayor parte de las empresas lo utilizan en el área de Gestión administrativa y comercial (72,1%), seguido por Producción (41,1%) y, por último, Comercialización y marketing (20,7%). Este resultado coincide con Herrera Bartis & Neira (2020), Novick et al. (2003), Yoguel et al. (2004) y algunos trabajos compilados por Novick & Rotondo (2013) (por ejemplo, Molina et al., 2013), en los que destacan que la incorporación de tecnología, en particular, la utilización de *software* ocurre mayormente en el área de gestión de las empresas.

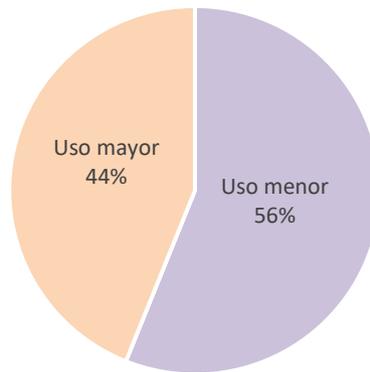
Figura 7. Porcentaje de empresas que utilizan *software* por área



Fuente: Elaboración propia.

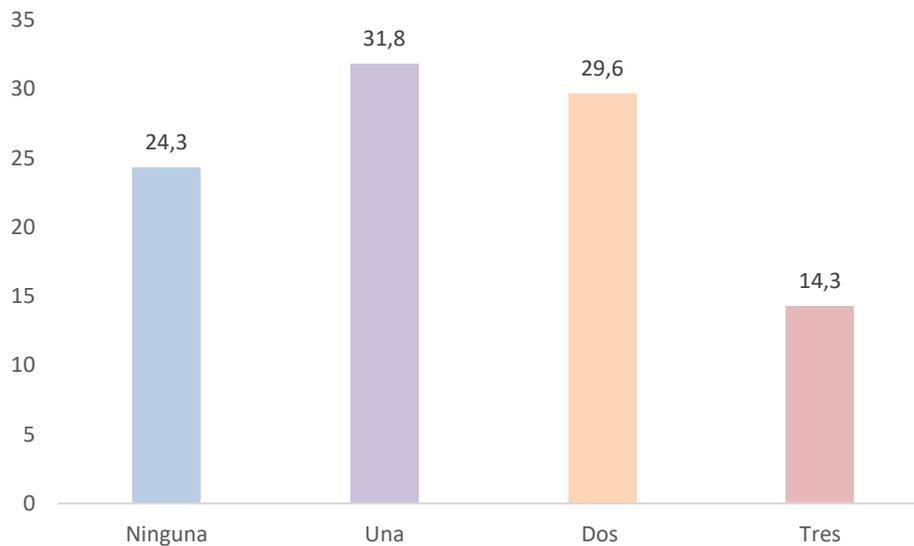
Si se analiza esta medida por grado de uso, se encuentra que un 56% no utiliza *software* o lo hace sólo en un área (uso menor), mientras que el 44% de las empresas relevadas utiliza en dos o tres áreas (uso mayor) (Figura 8). Esto es consistente con la Figura 9 que muestra el uso en número de áreas, un 31,8% usa en un área, mientras que, en dos áreas el 29,6% y un 14,3% utiliza en las tres. Estos valores están próximos a los hallados por Breard & Yoguel (2013) a nivel nacional (27,5%, 30,9% y 17,8%, respectivamente), aunque en su caso el porcentaje más alto corresponde al uso en dos áreas.

Figura 8. Porcentaje de empresas por grado de uso de *software*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Porcentaje de empresas que utilizan *software* por número de áreas



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la asociación por sector, ésta se presenta en la Tabla 6 y se puede observar que hay proporcionalmente más empresas intensivas en I+D que tienen un uso mayor de *software*, mientras que el menor uso relativo se encuentra para las firmas intensivas en recursos naturales, resultado que coincide con Molina et al. (2013). El sector intensivo en recursos naturales, en línea con los resultados de la Tabla 4, suele estar menos informatizado que el resto de los sectores. En la tabla podemos observar que un 70% de las empresas parte de dicho sector tienen un uso menor de *software*.

Tabla 6. Porcentaje de empresas que usa *software* (grado) por sector

Sector Intensivo	Uso menor	Uso mayor
Intensivo en recursos naturales	69,8%	30,2%
Intensivo en trabajo	50,8%	49,2%
Intensivo en I+D	30%	70%
Intensivo en escala	49,1%	50,9%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Con respecto al tamaño de las empresas, hay proporcionalmente más empresas medianas que tienen un uso mayor de *software*, mientras que hay proporcionalmente más microempresas que tienen un uso menor de *software*. Las firmas de mayor tamaño tienen informatizadas más áreas, tal como encuentran Breard & Yoguel (2013) a nivel nacional.

Tabla 7. Porcentaje de empresas que usa *software* (grado) por estrato de tamaño

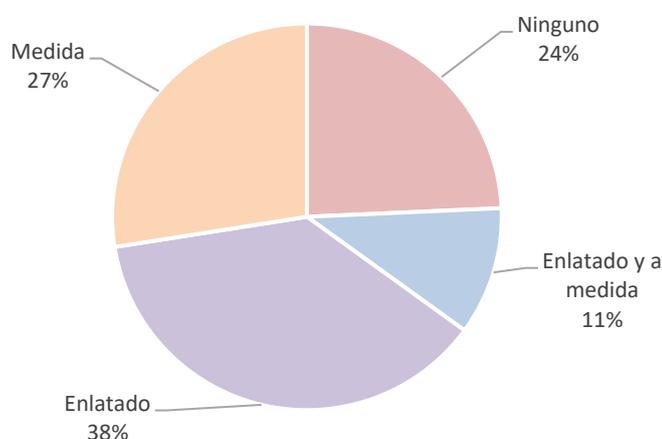
Tamaño	Uso menor	Uso mayor
Microempresa	64,3%	35,7%
Pequeña	54,3%	45,7%
Mediana	21,9%	78,1%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Otra de las dimensiones que se abordan refiere al tipo de contratación de *software* (enlatado, a medida o mixto). Se encuentra que sólo un 11% utiliza enlatado y a medida en forma simultánea, mientras que un 37% de las empresas utiliza sólo *software* enlatado o «empaquetado» y un 28% utiliza sólo a medida (Figura 10).

Figura 10. Porcentaje de empresas que utilizan *software* por tipo de contratación



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se observa que hay proporcionalmente más empresas que pertenecen a las ramas Química, caucho y plástico y Automotores, partes y naval que utilizan ambos tipos de *software*, lo cual se puede asociar a la complejidad de sus procesos productivos, que requiere que se complementen los tipos empaquetados (utilizados usualmente en áreas administrativas y de comercialización) con aquellos diseñados a medida a partir de los requerimientos de estos rubros. Si se trata de *software* enlatado, la mayor proporción de empresas que lo utiliza pertenece a la rama Metalmecánica, mientras que hay proporcionalmente más empresas que utilizan *software* a medida que pertenecen a la rama Papel e Imprenta. Por último, hay proporcionalmente más empresas que pertenecen a las ramas Alimenticia no pesquera y Otras actividades que no utilizan ninguno de los tipos mencionados, lo que refuerza lo hallado en la Tabla 4.

Tabla 8. Tipo de contratación de *software* por rama de actividad (en %)

Rama de Actividad	Enlatado	Medida	Ambos	Ninguno
Alimenticia pesquera	41,3%	23,9%	4,3%	30,4%
Alimentos y bebidas (excepto pesca)	38,6%	21,4%	4,3%	35,7%
Textil confecciones	43,8%	21,9%	12,5%	21,9%
Madera y muebles	26,3%	36,8%	15,8%	21,1%
Papel e imprenta	0%	62,5%	12,5%	25,0%
Química, caucho y plástico	26,7%	40,0%	23,3%	10,0%
Metalmecánica	60,0%	16,0%	12,0%	12,0%
Maquinarias y Equipos	47,1%	42,1%	11,8%	0%
Aparatos eléctricos y otros equipos	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%
Automotores, partes y naval	23,1%	15,4%	30,8%	30,8%
Otras actividades	10,0%	20,0%	10,0%	60,0%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Con respecto al tamaño y el tipo de contratación de la tecnología, se observa que hay proporcionalmente más empresas pequeñas que utilizan tanto *software* enlatado como a medida (Tabla 9). Por último, hay proporcionalmente más microempresas que no utilizan ninguno de los dos.

Tabla 9. Tipo de contratación de *software* por estrato de tamaño (en %)

Tamaño	Enlatado	Medida	Ambos	Ninguno
Microempresa	31,8%	27,9%	5,8%	34,4%
Pequeña	46,8%	22,3%	17,0%	13,8%
Mediana	37,5%	40,5%	15,6%	6,3%

Fuente: Elaboración propia.

Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Con respecto al grado de uso de *software* y los resultados de innovación, hay proporcionalmente más empresas innovadoras que tienen un uso mayor de *software* mientras que hay proporcionalmente más firmas que no innovan que tienen un uso menor de *software*. En la Tabla 10 se observa la distribución de las empresas en relación con estas variables: un 38,9% de las firmas relevadas no innova y tiene un menor uso, mientras que un 27,9% obtiene resultados de innovación y tiene un uso mayor de *software*. Por último, un 16,1% de las firmas tiene un mayor uso, aunque no innova, mientras que un porcentaje similar (17,1%) innova, pero tiene un uso menor de *software*.

Tabla 10. Grado de uso de *software* por resultados de innovación (en %)

Innova	Uso menor	Uso mayor
No innova	38,9%	16,1%
Innova	17,1%	27,9%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 11 se presentan los estadísticos descriptivos de las restantes variables que se utilizan en el ACM y en el análisis econométrico. La mayor proporción de las empresas están diversificadas, invirtieron en los últimos 3 años y realizaron gastos en innovación. Por su parte, la mayoría de las firmas relevadas no obtiene resultados de innovación ni exporta, tiene menos ocupados calificados que el promedio de la industria, no certifica calidad y no ha formalizado procedimientos. Con respecto a la variable continua, la media de ocupados calificados sobre el total de la empresa es 27, mientras que la mediana es 22, esto indica que la distribución de esta variable es asimétrica (la media y la mediana difieren) y se concentra en proporciones de baja calificación.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de las variables categóricas y continuas

VARIABLES CATEGÓRICAS	SÍ	NO	TOTAL
Innovación	45%	55%	100%
Exportación	19,2%	80,8%	100%
Diversificación productiva	62,1%	37,9%	100%
Ocupados calificados por encima del promedio de la industria	42,3%	57,7%	100%
Certificación	25,3%	74,7%	100%
Inversión	75%	25%	100%
Gasto en innovación	55,7%	44,3%	100%
Procedimientos	40,4%	59,6%	100%
VARIABLE CONTINUA	Media	Mediana	Desv. Estándar
Ocupados calificados sobre el total	27,17	22,00	25,13

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis multivariado

A continuación, se presentan los resultados del análisis de correspondencias múltiples (ACM) realizado con R con el paquete FactoMineR (Lê et al., 2008). Para la identificación de los perfiles de empresas de acuerdo con el uso de *software*, se utilizan las variables definidas a tal efecto en el apartado metodológico.

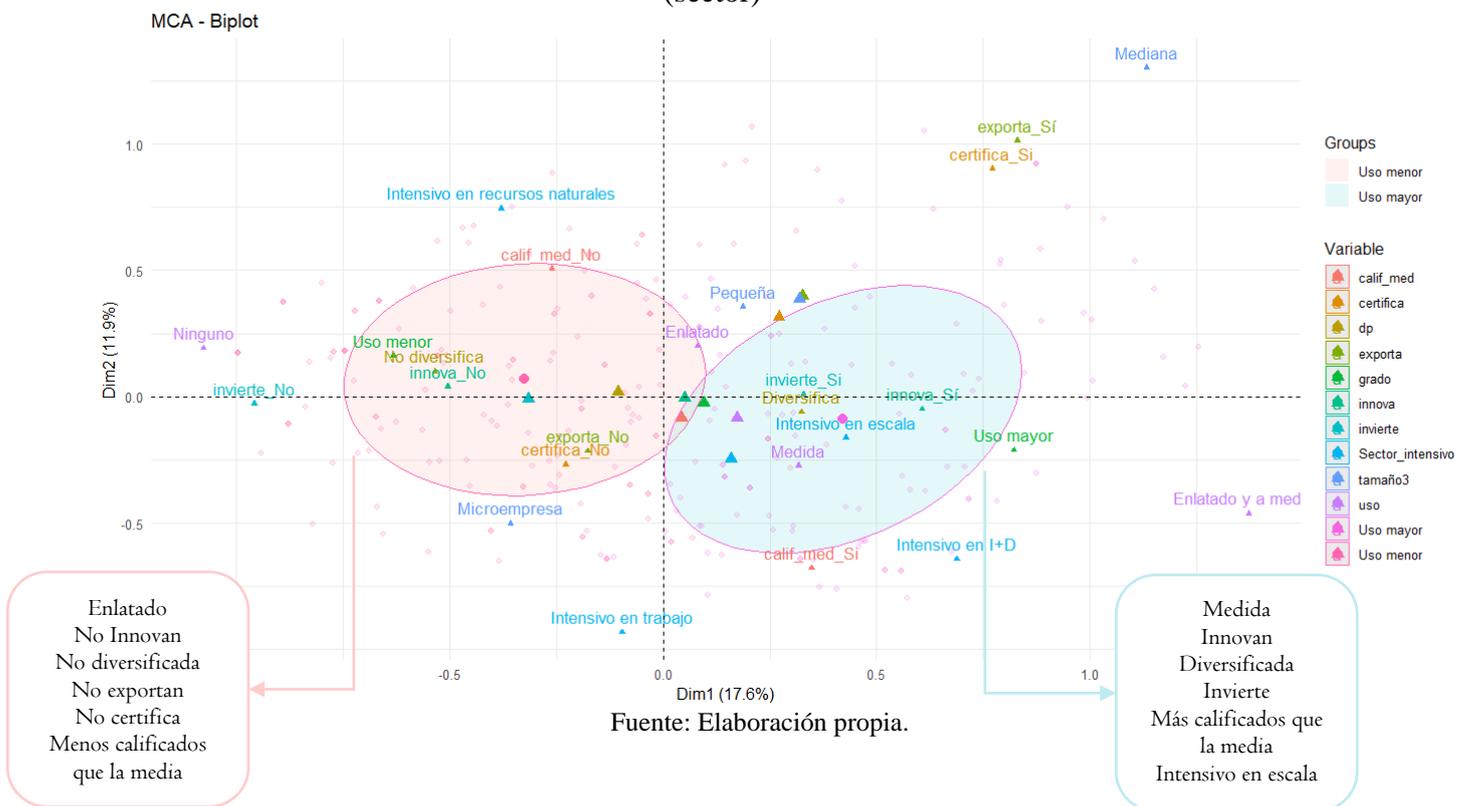
El análisis para todas las variables se presenta para dos operacionalizaciones de ramas de actividad: por un lado, agrupadas de acuerdo con su clasificación como intensivas en trabajo, recursos naturales, escala o I+D y, por otro, con la rama de actividad más desagregada. Siguiendo este orden, se muestra a continuación el primer biplot (Figura 11) que surge del ACM, al que se adicionan las elipses de concentración (a un nivel de 50%). Las dos primeras dimensiones contribuyen al 29,5% de la inercia, mientras que con las primeras tres se alcanza un 38%. La principal dirección de variabilidad está explicada por el tipo de contratación Enlatado y a medida versus Ninguno, al indicar esta última categoría que la empresa no usa *software*. La segunda dirección de variabilidad es explicada por el tamaño de la firma (Mediana) y el sector intensivo en trabajo, ambas características estructurales de las empresas.

El análisis permite identificar dos perfiles de firmas que se distinguen por el uso de *software* en distintas áreas. El primer perfil se puede observar en la elipse destacada en azul, conformado por aquellas que contratan *software* a medida, innovan, invierten, están diversificadas, tienen más ocupados calificados que el promedio y son intensivas

en escala (próximo se encuentra el sector Intensivo en I+D). El segundo perfil (elipse resaltada en rosa) lo conforman empresas que contratan *software* de tipo enlatado, no innovan, no exportan, no tienen certificaciones de calidad, no están diversificadas y tienen menos ocupados calificados que la media. Estos perfiles de empresas brindan aportes significativos en línea con la discusión de la literatura, los cuales se abordan en la sección 5.6.

Cabe destacar que, si bien la categoría Enlatado y a medida no está incluida en las elipses, son pocas las empresas que utilizan ambos tipos de contratación (10,7%). Además, si bien el segundo perfil está conformado por empresas que no exportan, la participación en el mercado internacional no forma parte del primer perfil, sino que es una categoría asociada a la certificación de calidad.

Figura 11. ACM de Empresas que utilizan *software* por áreas con elipses de concentración (sector)

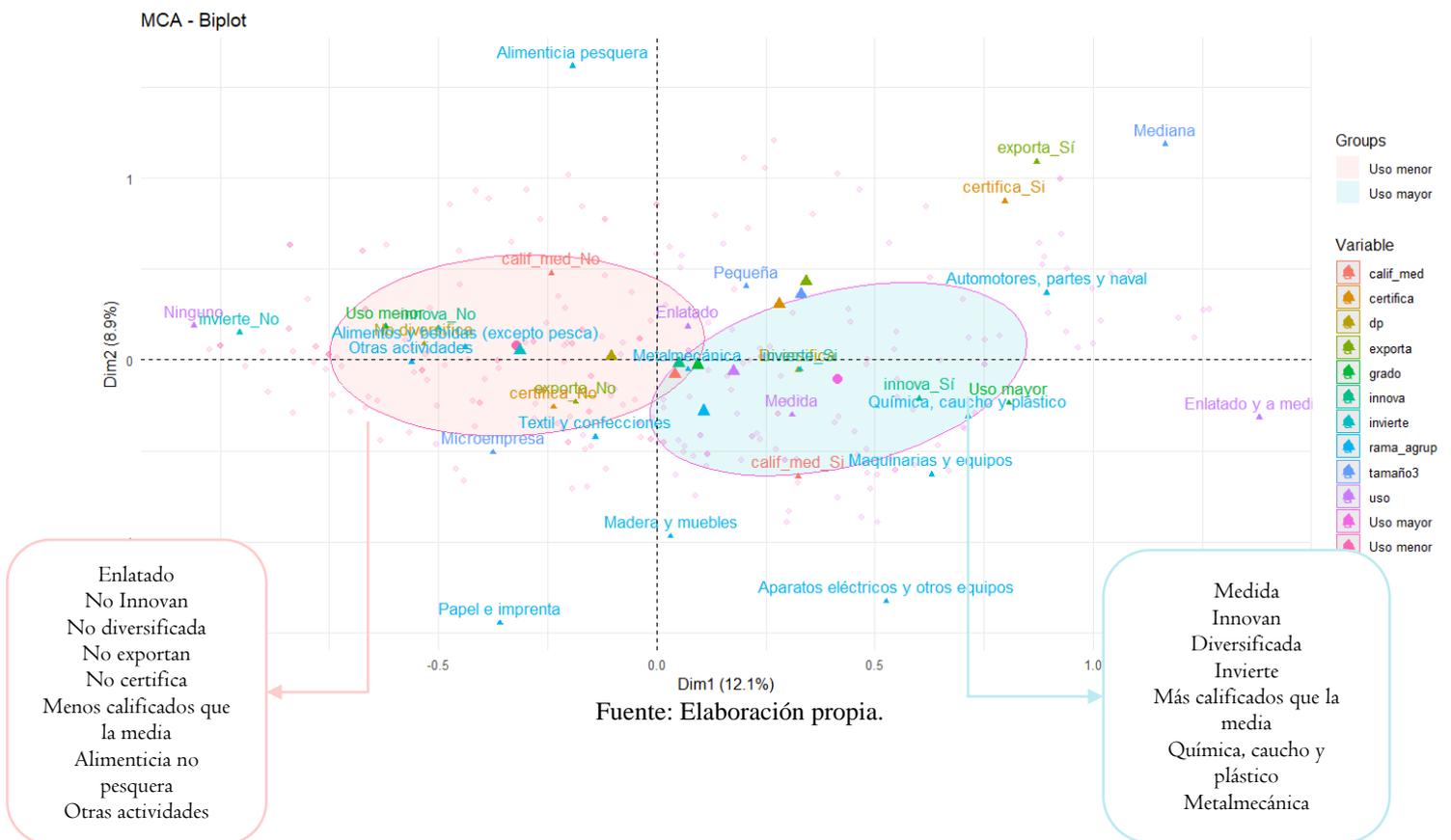


En la Figura 12 se presenta el biplot con la rama de actividad más desagrupada. En primer lugar, se destaca que las asociaciones se mantienen en líneas generales. Al reemplazar el sector intensivo por la rama, las primeras dos dimensiones contribuyen al 21,1% de la inercia total, mientras que las tres primeras al 27,6%. La principal dirección de variabilidad está explicada, nuevamente, por el uso de *software*, en particular, por las categorías Enlatado y a medida y Ninguno (tipo) versus su mayor uso (grado). La

segunda dirección es explicada por la pertenencia a las ramas Alimenticia pesquera y Papel e imprenta, así como el tamaño mediano de la empresa.

Nuevamente, el perfil de mayor uso de *software* se distingue con la elipse resaltada en azul, conformado por las firmas que contratan a medida, innovan, invierten, están diversificadas, tienen más ocupados calificados que el promedio y pertenecen a las ramas de actividad: Química, caucho y plástico y Metalmecánica (próximas se encuentran Maquinarias y equipos, Automotores, partes y naval y Pequeña). Cabe destacar que Química, caucho y plástico corresponde al sector intensivo en I+D. El segundo perfil, destacado en rosa, lo conforman empresas que contratan programas de tipo enlatado, no innovan, no exportan, no tienen certificaciones de calidad, no están diversificadas, tienen menos ocupados calificados que la media y pertenecen a las categorías Alimentos y bebidas (excepto pesca) y Otras actividades.⁵⁴ Próximas a la elipse se encuentran la categoría de microempresa y la rama Textil confecciones.

Figura 12. ACM de Empresas que utilizan *software* por áreas con elipses de concentración (rama de actividad)



⁵⁴ Otras actividades incluyen Minerales no metálicos y Reciclado.

El análisis anterior corrobora la existencia de distintos perfiles de empresas de acuerdo con el uso de *software*, lo cual responde al primero de los objetivos de esta investigación.

5.3 Análisis de asociación entre perfiles y desempeño

En base a los dos perfiles que surgieron del ACM se analiza si el desempeño competitivo de las empresas industriales del PGP difiere entre ellos. Para realizar este análisis se define una nueva variable en función del conjunto de características que conforma cada uno de los perfiles de uso de *software*, tal como surge de las elipses de las Figuras 11 y 12: innovación, diversificación productiva, ocupados calificados y grado de uso de *software*.⁵⁵

Como se puede observar en la Tabla 12, el desempeño competitivo de las empresas difiere de acuerdo con el perfil de uso. Hay proporcionalmente más empresas con un mayor uso de *software* que tienen una performance por encima de la mediana del sector y viceversa. La prueba χ^2 es estadísticamente significativa al 99% de confianza.

Tabla 12. Empresas según perfil de uso de *software* y desempeño en relación con el sector de actividad

Perfil	Desempeño por debajo o por encima de la mediana del sector	
	Por debajo	Por encima
<i>Uso mayor</i>	30%	70%
<i>Uso menor</i>	71,3%	28,7%

Fuente: Elaboración propia.
Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

Lo mismo se puede apreciar en la Tabla 13 para el caso de la medida de desempeño categorizada a partir de la mediana de la rama de actividad. Mientras que el mejor desempeño relativo se asocia a las empresas con mayor uso de *software*, hay proporcionalmente más empresas que pertenecen al grupo de menor uso que tienen un desempeño por debajo de la mediana. El valor de la prueba χ^2 es significativo al 99% de confianza.

⁵⁵ No se utilizan los factores estructurales, es decir, tamaño y sector (sector intensivo y rama de actividad) dado que se emplean en la construcción de la medida de desempeño.

Tabla 13. Empresas según perfil de uso de *software* y desempeño en relación con la rama de actividad

Perfil	Desempeño por debajo o por encima de la mediana de la rama de actividad	
	Por debajo	Por encima
<i>Uso mayor</i>	21%	79%
<i>Uso menor</i>	66,7%	33,3%

Fuente: Elaboración propia.
 Celdas pintadas: aquellas con residuos ajustados estandarizados > 2 en v.a.

En conclusión, hay evidencia en la muestra de empresas industriales del PGP a favor de la hipótesis que postula que el desempeño competitivo difiere entre los distintos perfiles de empresas según su grado de uso de *software* (H1).

5.4 Estimación MLG

A continuación, se presenta la estimación de los modelos que corresponden al tercer objetivo. En la Tabla 14 se puede observar la salida de regresión de los modelos que estiman los factores a los cuales se asocia el uso de *software*. En primer lugar, un modelo *logit* para estimar el efecto que tienen las variables discutidas en el marco teórico sobre la probabilidad de que la empresa realice un uso mayor de *software*. En segundo lugar, un modelo *log-normal* para el número de áreas en las que se usa *software*, para el cual se utiliza el mismo *set* de variables explicativas y de control que en el modelo anterior. En la Tabla 14, se muestran los valores de los coeficientes estimados con sus respectivos errores estándar, el nivel de significatividad y los coeficientes exponenciados para su interpretación como cocientes de chances condicionales. En el Anexo 3 se presentan estimaciones adicionales (Tabla A3).

El valor de probabilidad de las pruebas LR menor al 1% indica que en los modelos existe un cambio significativo en la función de log verosimilitud cuando pasamos de un modelo nulo al modelo corriente. Por lo tanto, ambos modelos son globalmente significativos. Con respecto al ajuste, en el caso del *logit* efectuamos, además de la *deviance* provista en la Tabla 14, la prueba de Hosmer-Lemeshow cuya hipótesis nula plantea que no existen diferencias entre los valores observados y los valores ajustados -es decir, el modelo se ajusta a los datos-. El valor p correspondiente es 0,53 y, por lo tanto, no hay evidencia estadística suficiente para rechazar dicha hipótesis. Por su parte, la prueba de bondad del ajuste χ^2 para el *log-normal* que calcula si la diferencia entre la *deviance* del modelo corriente y la máxima *deviance* del modelo

ideal (en la que los valores predichos son idénticos a los valores observados) es estadísticamente significativa, arroja un valor p elevado.⁵⁶ Esto permite concluir que dicho modelo también se ajusta a los datos.

Tabla 14. Estimación de los modelos *logit* y *log-normal*⁵⁷

	Modelo logit		Modelo log-normal⁵⁷	
	Estimación	Exp (β)	Estimación	Exp (β)
Intercepto	-2,80*** (0,40)	0,06	-0,54*** (0,14)	0,58
gasta: Sí	0,82** (0,30)	2,27	0,25* (0,11)	1,28
calif	0,016* (0,007)	1,016	0,005* (0,001)	1,005
procedimientos: Sí	0,96** (0,32)	2,61	0,26* (0,12)	1,30
tamaño: Pequeña	0,74* (0,34)	2,10	0,32** (0,12)	1,38
tamaño: Mediana	2,05*** (0,56)	7,77	0,54** (0,17)	1,72
sector: Intensivo en trabajo	1,34*** (0,40)	3,82	0,40** (0,15)	1,49
sector: Intensivo en I+D	1,83*** (0,48)	6,23	0,47** (0,16)	1,60
sector: Intensivo en escala	0,61 (0,42)	1,84	0,23 (0,15)	1,26
AIC	299,37		714,51	
BIC	331,72		746,86	
Log Likelihood	-140,68		-348,25	
Deviance	281,37		200,34	
Num. obs.	269		269	

Fuente: Elaboración propia.

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Con respecto a la robustez de los modelos, al remover de a una las variables del modelo correspondientes a factores estratégicos, manteniendo las variables estructurales (tamaño y sector), y realizar nuevamente la estimación, no se modifica la significatividad de las variables. En el Anexo 3 se presentan dichas estimaciones para el

⁵⁶ Cameron & Trivedi (2013).

⁵⁷Se supone que se cumple el supuesto de equidispersión ya que la media y la varianza de la variable dependiente del modelo son cercanas a 1. De todos modos, se presenta el modelo estimado con errores robustos.

modelo *logit* junto con la prueba χ^2 que se obtiene al quitar cada una de las variables (Tabla A4) y las correspondientes al modelo *log-normal* (Tabla A5).

5.4.1 Modelo *logit*

En el primer modelo se observa que los signos de los coeficientes son los esperados y todas las variables, excepto la categoría de sector intensivo en escala, son estadísticamente significativas. Se pueden distinguir entre los factores que afectan al mayor uso de *software*, al gasto en actividades de innovación, es decir, aquellas empresas que realizan esfuerzos de innovación tienen mayor probabilidad de tener un mayor uso. Por su parte, la calificación sobresale como otro factor asociado, esto quiere decir que las firmas que cuentan con más trabajadores que tienen un nivel educativo alto (en relación con el total) tienen una mayor probabilidad de tener un mayor uso de *software*. Respecto de la formalización de procedimientos, ésta tiene un impacto positivo sobre la probabilidad de un mayor uso de *software*. En cuanto a las variables estructurales, ser una empresa pequeña o mediana aumenta la probabilidad de un mayor uso de *software*, comparada con una microempresa. En el caso del sector, el coeficiente asociado a I+D es el mayor, comparado con el sector intensivo en recursos naturales, y su signo es el esperado.

Como se mencionó en la metodología, los coeficientes una vez exponenciados se pueden interpretar como cocientes de chances condicionales. En estos términos, las chances de un mayor uso *software* por parte de una empresa, manteniendo los demás factores constantes:

- Son del doble si la empresa gastó en actividades innovativas en el último año comparada con una que no gastó;
- Se incrementan multiplicativamente en un factor de 1,017 por cada aumento unitario en el porcentaje de ocupados calificados en la empresa;
- Son más del doble si la empresa formalizó procedimientos comparada con una firma que no lo hizo;
- Son del doble si la empresa es pequeña y casi siete veces más si es mediana comparada con una microempresa;
- Son 2,8 veces más si la firma pertenece a un sector intensivo en trabajo y 5,2 veces más si es intensiva en I+D, comparada con una empresa que es intensiva en recursos naturales.

En la tabla 15 se observa que la probabilidad de que una microempresa que gasta en actividades innovativas, pertenece al sector intensivo en recursos naturales, no ha formalizado procedimientos y tiene ocupados calificados igual a la media de la muestra, tenga un uso mayor de *software* es de 0,18.⁵⁸ Manteniendo los demás factores constantes, dicha probabilidad varía a:

- 0,09 si la empresa no gasta en innovación;
- 0,31 si se trata de una empresa pequeña;
- 0,62 si es una empresa mediana;
- 0,45 si la firma es intensiva en trabajo;
- 0,57 si es intensiva en I+D;
- 0,36 si formaliza procedimientos;
- 0,41 si todos sus ocupados son calificados.

Tabla 15. Probabilidades del modelo *logit*

gasta	tamaño	sector	procedimientos	calif	Probabilidad
Sí	Microempresa	Recursos naturales	No	27%	0,18
No	Microempresa	Recursos naturales	No	27%	0,09
Sí	Pequeña	Recursos naturales	No	27%	0,31
Sí	Mediana	Recursos naturales	No	27%	0,62
Sí	Microempresa	Trabajo	No	27%	0,45
Sí	Microempresa	I+D	No	27%	0,57
Sí	Microempresa	Recursos naturales	Sí	27%	0,36
Sí	Microempresa	Recursos naturales	No	100%	0,41

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al poder predictivo del modelo *logit*, a continuación, se presenta la tabla de clasificación que surge de hacer una tabla cruzada entre la variable dependiente y los valores predichos del modelo, con un punto de corte de 0,5 (Tabla 16). El modelo presenta valores relativamente altos de sensibilidad 63,4% y de especificidad 80,9% y predice correctamente un 76% de los casos, valor correspondiente al área debajo de la curva ROC (Figura 13), lo que da cuenta del buen poder predictivo del modelo.

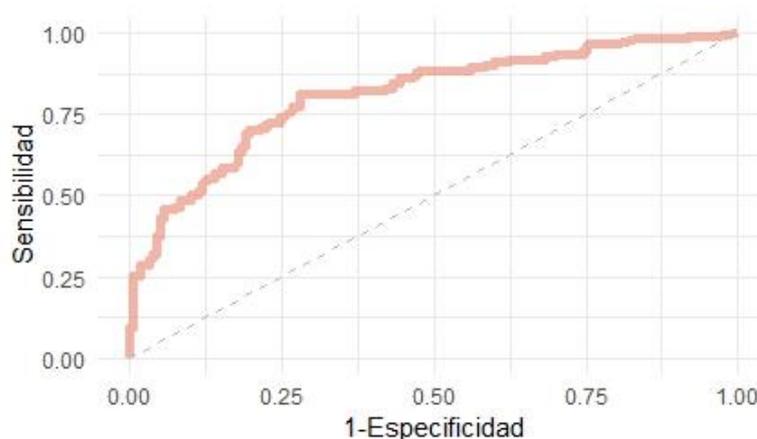
Tabla 16. Tabla de clasificación del Modelo *logit*

Valor observado	Pr(grado \geq 0,5)	Pr(grado $<$ 0,5)	Total
Uso mayor	63,4%	36,6%	100%
Uso menor	19,1%	80,9%	100%

Fuente: Elaboración propia.

⁵⁸ Los valores de las variables corresponden a las categorías modales para el caso de las variables categóricas y a la media para la variable continua.

Figura 13. Curva ROC del Modelo *logit*



Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, este primer modelo indica que realizar esfuerzos de innovación, tener más ocupados calificados (con relación al total) y formalizar procedimientos contribuye al mayor uso de *software* en la empresa. Asimismo, si se trata de una empresa con mayor escala de producción y perteneciente a un sector de intensidad tecnológica, también aumenta la probabilidad de un mayor uso. Estos resultados se discuten en la sección 5.6.

5.4.2 Modelo *log-normal*

En el caso del modelo para la variable dependiente de conteo, los resultados son similares a los que se presentan para el modelo *logit*. Todas las variables son estadísticamente significativas, con excepción de la categoría intensivo en escala, y tienen el signo esperado.

Los esfuerzos de innovación y la mayor proporción de trabajadores calificados (con relación al total) son importantes para explicar el uso de *software* en más áreas de la empresa. A su vez, la formalización de procedimientos tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de usar *software* en más áreas de la firma. Con respecto al tamaño y al sector, ser una empresa pequeña o mediana aumenta la probabilidad de usar *software* en más áreas, con respecto a una microempresa, mientras que el coeficiente asociado al sector intensivo en I+D es el esperado, comparado con el sector intensivo en recursos naturales, al igual que en el modelo *logit*.

En particular, que la empresa gaste en actividades innovativas tiene un efecto multiplicativo de 1,28 sobre el número promedio de áreas en las que usa *software*, manteniendo el resto de las variables constantes. Los efectos más altos sobre la media se

encuentran para ser una empresa mediana y pertenecer al sector intensivo en I+D. Por su parte, el cambio en el número promedio de áreas en las que la empresa usa *software* es de 0,46% ante un incremento unitario en los ocupados calificados de la empresa, manteniendo el resto de las variables constantes.

En cuanto a las probabilidades estimadas a partir de este modelo, se puede recuperar la media y calcular el valor predicho, lo que se presenta en la tabla 17.⁵⁹ En la primera fila se encuentra la microempresa base que gasta en actividades innovativas, pertenece al sector intensivo en recursos naturales, y tiene la misma proporción de ocupados calificados que la industria. Para esta empresa la probabilidad de no usar *software* es de 0,43, mientras que la probabilidad de usar en un área es 0,36, en dos 0,16 y en tres 0,04. Como se puede apreciar, es más probable que esta empresa base no use *software* o que use sólo en un área. Si la empresa no gasta en actividades innovativas, aumenta la probabilidad de no usar *software*, mientras que si la empresa es pequeña dicha probabilidad disminuye a la vez que tiene mayor probabilidad de usar *software* en dos y tres áreas de la firma comparado con la empresa base. Lo mismo sucede cuando la empresa es mediana, en comparación con la empresa base, la probabilidad de usar *software* en dos y tres áreas es mayor.

Con respecto al sector, se destaca el intensivo en I+D y en trabajo, para los cuales, si bien la probabilidad más alta corresponde al uso de *software* en un área, tiene mayor probabilidad de usar en dos y tres áreas comparado con la empresa base. Cuando la empresa formaliza procedimientos, la probabilidad de no usar *software* cae a 0,33, mientras que las probabilidades restantes aumentan. Por último, si todos los trabajadores están calificados, la probabilidad de usar *software* en dos y tres áreas aumenta con respecto a la empresa base (0,22 y 0,09, respectivamente).

⁵⁹ Los valores de las variables corresponden a las categorías modales para el caso de las variables categóricas y a la media para la variable continua.

Tabla 17. Probabilidades del modelo *log-normal*

gasta	tamaño	sector	proc.	calif	Pr(areas=0)	Pr(areas=1)	Pr(areas=2)	Pr(areas=3)
Sí	Microempresa	Recursos naturales	No	27%	0,43	0,36	0,16	0,04
No	Microempresa	Recursos naturales	No	27%	0,51	0,34	0,11	0,03
Sí	Pequeña	Recursos naturales	No	27%	0,31	0,36	0,21	0,08
Sí	Mediana	Recursos naturales	No	27%	0,23	0,34	0,25	0,12
Sí	Microempresa	Trabajo	No	27%	0,28	0,36	0,23	0,10
Sí	Microempresa	I+D	No	27%	0,25	0,35	0,24	0,11
Sí	Microempresa	Recursos naturales	Sí	27%	0,33	0,37	0,20	0,08
Sí	Microempresa	Recursos naturales	No	100%	0,29	0,36	0,22	0,09

Fuente: Elaboración propia.

Si se calcula la media de los valores predichos para la muestra resulta que es 1,3. Es decir, lo más probable es que la empresa industrial utilice *software* en solo una de las áreas, lo cual abre espacio para una importante mejora del desempeño a partir de la informatización de las actividades. En particular, las firmas que gastan en actividades innovativas, tienen mayor proporción de ocupados calificados y formalizan procedimientos tienen mayores capacidades acumuladas que explican el uso más generalizado de *software* en la empresa. A su vez, la ventaja en términos de tamaño trae aparejada la posibilidad real de implementación de *software* en la firma, mientras que las características del sector pueden influir en estos patrones de uso. Estos resultados se discuten con mayor detalle en la sección 5.6.

5.5 Estimación *probit* bivariada

Con respecto al último objetivo, se presenta a continuación el resultado del modelo *probit* bivariado (Tabla 18). En primer lugar, cabe destacar que el modelo es globalmente significativo y las variables en ambas ecuaciones presentan el signo esperado. El parámetro auxiliar ρ que indica la correlación entre los residuos de las ecuaciones es estadísticamente significativo y próximo a 0,50. Este resultado indica que el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación de una empresa son complementarios en lugar de ser independientes entre sí.

Tabla 18. Grado de uso de *software* y resultados de innovación: estimación probit bivariada

Variables	grado	innova
Intercepto	-1.79*** (0.25)	-2.71*** (0.39)
gasta: Sí	0.46** (0.19)	2.41*** (0.26)
calif	0.01*** (0.003)	0.003 (0.004)
invierte: Sí	0.36 (0.22)	1.09*** (0.32)
tamaño: Pequeña	0.49** (0.19)	-0.09 (0.23)
tamaño: Mediana	1.52*** (0.31)	-0.35 (0.33)
sector: Intensivo en trabajo	0.78*** (0.23)	0.08 (0.29)
sector: Intensivo en I+D	1.09*** (0.27)	0.008 (0.31)
sector: Intensivo en escala	0.43* (0.25)	0.20 (0.29)
athrho ⁶⁰		0.53** (0.16)
rho		0.49 (0.12)
Wald Chi2 (valor p)		11.01 (0.0009)
Observaciones		267

Fuente: Elaboración propia.
 Errores robustos entre paréntesis
 *** p<0.001; ** p<0.01; * p<0.05

En la Tabla 18 se puede apreciar que todas las variables, excepto la decisión de inversión, aumentan la probabilidad de tener un mayor uso de *software* en la empresa. Mientras que, en el caso de la ecuación de innovación, realizar inversiones, y gastar en actividades de innovación aumentan la probabilidad de obtener resultados de innovación.

Con respecto al efecto que tienen las variables en la ecuación de *software* y en la de innovación (prueba de Wald), se puede apreciar en la Tabla 19 que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de efectos. Aun cuando los esfuerzos de innovación explican

⁶⁰ En el método de máxima verosimilitud, rho no es calculado directamente, sino que el método calcula athrho para luego derivar rho. Por esto se presentan ambos valores.

tanto el uso de *software* como la obtención de resultados de innovación por parte de la firma, su efecto es distinto.

Tabla 19. Prueba de Wald de igualdad de efectos

<u>Variable</u>	<u>Chi-cuadrado</u>	<u>Valor p</u>
<u>gasto</u>	45,55	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 20 se presentan las probabilidades conjuntas estimadas. El modelo predice que hay una probabilidad de 39% de que una empresa tenga un menor uso de *software* y no obtenga resultados de innovación, este valor es próximo al porcentaje que se presentó en el análisis descriptivo (38,9%). En el otro extremo, dicha probabilidad es 0,28. En los otros dos casos, la probabilidad estimada por el modelo coincide con los valores de la Tabla 10. Esto ilustra que el modelo se ajusta a los datos. Además, el modelo es robusto ya que la significatividad de las variables no se modifica al remover de a una las variables y reestimar el modelo.

Tabla 20. Probabilidades conjuntas estimadas

<u>Variable</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
Uso menor de <i>software</i> y no innova	0,39	0,01	0,96
Uso menor de <i>software</i> e innova	0,17	0,00	0,63
Uso mayor de <i>software</i> y no innova	0,16	0,01	0,91
Uso mayor de <i>software</i> e innova	0,28	0,00	0,83

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Discusión de los resultados

La delineación de los perfiles de empresas en función del uso de *software* permite hacer una primera caracterización sobre el uso de una TIC en el PGP. Distintos trabajos se enfocan primero en la caracterización, ya sea mediante el análisis de *clúster* o de taxonomías en función de la descripción de las firmas (Breard & Yoguel, 2013; Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004). Con respecto a estos estudios, cabe destacar que se enfocan en zonas centrales (CABA, Gran Buenos Aires, Córdoba y Rosario), por lo cual, los resultados del ACM constituyen un aporte para un Partido importante de la Provincia de Buenos Aires.

Aun cuando en el trabajo de Yoguel et al. (2004) utilizan no solo el uso de TIC sino otra variable para definir los *clústeres* de firmas, como las competencias endógenas, estos resultados están en la misma línea y permiten concluir que existe aún un importante espacio para la informatización de las actividades, sobre todo en los

sectores menos intensivos en conocimiento, como el de recursos naturales.⁶¹ Además, se encuentra una asociación similar en relación con la calificación de los trabajadores, la innovación y el tamaño. Con respecto a los dos primeros, en los trabajos mencionados en el párrafo previo para Argentina, se los concibe como elementos claves del desarrollo de capacidades en la firma, fundamentales para llevar a cabo procesos de informatización. Al respecto, del presente análisis surgen como factores de distinción de los perfiles de uso de *software*, es decir, aquellas empresas que cuentan con capacidades acumuladas tienen un mayor uso de esta tecnología. Por el contrario, las que tienen menor proporción de trabajadores calificados, no innovan y no certifican calidad adoptan *software* en menor medida. En términos de Yoguel et al. (2004), estas últimas tendrían menores niveles de competencias endógenas.

Como contrapunto, es interesante plantear a la diversificación, la inversión y el tipo de contratación (enlatado o a medida), como otros rasgos que se asocian al mayor uso de *software* en estas empresas del PGP y que han sido poco estudiados en la literatura sobre el tema. En primer lugar, el hecho de que la firma tenga distintas líneas de productos implica una necesidad mayor de informatización para gestionar la diversificación. Respecto del comportamiento inversor de las empresas pertenecientes al perfil de mayor uso de *software*, Rivas & Stumpo (2013) plantean que es fundamental invertir en capital físico y humano junto con cambios en la gestión, a lo que se asocia la contratación de *software*. La inversión es un medio para materializar la incorporación de tecnologías y puede permitir el avance a otros estadios de adopción (por ejemplo, el uso de sistemas más complejos).

Por otro lado, el tipo de contratación lleva a reflexionar sobre las posibilidades que tienen las empresas para incorporar este tipo de TIC. Aquellas que tienen un mayor uso de *software* se asocian a la contratación a medida, en tanto le permite a la firma adecuar las soluciones tecnológicas específicamente a su proceso de negocio, tal como argumentan Bekerman & Cataife (2001). Como se mencionó en la sección 4.2, en esta modalidad el vínculo con el oferente del programa es estrecho, por lo cual, la participación activa de la empresa retroalimenta el proceso y permite identificar las

⁶¹ Cabe destacar que en el perfil de uso mayor se encuentran aquellas empresas en las cuales las economías de escala son importantes, tanto en producción como en I+D, por lo tanto, es importante en ellas el uso de sistemas complejos, tal como comenta Alderete et al. (2014). Además, las empresas pertenecientes a la rama Química, caucho y plástico se caracterizan por contar con ocupados altamente calificados y con infraestructura, instalaciones y tecnología (Elicabe et al., 2020), lo cual facilita la implementación del *software*, por lo cual, es esperable encontrar dicha rama en este perfil.

mejoras. Las capacidades acumuladas con las que cuenta la empresa son fundamentales para capturar esa transmisión de conocimientos. En tal sentido, no es casual que en este perfil de mayor uso se encuentren, a su vez, las firmas que tienen más ocupados calificados que el promedio de la industria y que innovan. En definitiva, la empresa puede formar parte de un proyecto que la involucra en todas sus etapas y que cuenta con la proximidad del oferente.

En cambio, las que tienen un uso menor de *software* contratan programas enlatados, cuya naturaleza estándar permite que funcione para áreas específicas de trabajo, como la gestión o la comercialización (Tigre & Marques, 2009). Por lo tanto, para las empresas que conforman este perfil de menor uso, como las de la rama alimenticia no pesquera que suelen estar más atrasadas en términos tecnológicos, puede constituir una «salida» efectiva para una necesidad puntual. Sin embargo, cabe destacar que estas firmas contratan un programa que no contempla sus singularidades.

En función de los perfiles identificados, se encuentra que aquellas firmas con un mayor uso de *software* tienen un desempeño superior, tanto con respecto a la rama como al sector al que pertenecen. Mientras que las que conforman el perfil de menor uso de *software* tienen una *performance* inferior. Estos resultados eran esperables en tanto las empresas más informatizadas son aquellas que tienen más capacidades acumuladas y que son más dinámicas. De esta manera, los resultados obtenidos permiten corroborar la primera hipótesis de investigación (**H1**): el desempeño competitivo difiere entre perfiles de empresas según su grado de uso de *software*.

Los dos modelos que se estiman para analizar los determinantes del uso de *software* en la firma se refuerzan y exhiben resultados interesantes a la luz de la literatura revisada. Se pueden distinguir entre los factores que afectan el mayor uso en la empresa, en particular, a las capacidades acumuladas, entendidas desde el gasto en actividades de innovación y la calificación de los trabajadores, la formalización de procedimientos, el tamaño y el sector de actividad al que pertenece. A continuación, se discute cada uno de ellos.

Con respecto a los esfuerzos de innovación, éstos permiten incrementar las capacidades de absorción de nuevas tecnologías, fundamentales para transformar el conocimiento codificado y facilitar la comunicación tanto dentro como fuera de la empresa. De esta manera, el acervo y el aprendizaje que genera la actividad de innovación puede ser utilizado para otros procesos dentro de la firma. Este resultado

aporta evidencia a los hallazgos de trabajos previos tanto para Argentina, como los de Alderete et al. (2014) y Molina et al. (2013), como a otros estudios para empresas de países latinoamericanos, como el de Botello Peñaloza & Pedraza Avella (2015) y Gallego et al. (2014). También a Giotopoulos et al. (2017) y Khalifa (2022) para otros países en desarrollo y a Battisti et al. (2007, 2009), Gómez et al. (2012), Hollenstein (2004), Kawakami et al. (2014), Skorupinska & Torrent-Sellens (2017) y Youssef et al. (2012) para países desarrollados. Una distinción con estos trabajos se encuentra con relación a la variable que se utiliza para medirla. Por ejemplo, en Alderete et al. (2014) y Hollenstein (2004) se mide la innovación como resultados, mientras que en el de Botello Peñaloza & Pedraza Avella (2015) como la existencia de departamentos de innovación en la empresa.⁶² En el estudio de Giotopoulos et al. (2017), hacen referencia tanto a las actividades de I+D como a la innovación organizacional. En todos los casos, con excepción de Gómez et al. (2012), Khalifa (2022) y Molina et al. (2013), las variables difieren de la que se utiliza en esta investigación (esfuerzos de innovación). Con respecto a la variable de interés, el resultado es similar al de Khalifa (2022) quien estudia el uso de *software*, aunque para empresas tunecinas.

En relación con lo anterior, contar con mayor proporción de trabajadores calificados le permite a la empresa disponer de un activo estratégico, importante para absorber el conocimiento derivado de la tecnología y adaptarlo en la empresa. También son importantes una vez que se incorpora el *software* en la operatoria, para agilizar las prácticas e incentivar a otros trabajadores. Este resultado aporta evidencia específica a la vasta literatura empírica que refiere a la adopción de TIC (Alderete et al., 2014; Basant et al., 2006; Battisti et al., 2007; Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Brambilla & Tortarolo, 2018; Breard & Yoguel, 2013; Cirera et al., 2016; Fabiani et al., 2005; Findik & Tansel, 2015; García-Moreno et al., 2018; Giotopoulos et al., 2017; Grazzi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011; Hidalgo & López, 2009; Khalifa, 2016; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004; Youssef et al., 2012), y de *software* (Khalifa, 2022).⁶³ Aquellas empresas que tienen mayor cantidad de trabajadores con alta calificación (en relación al total) son las que tienen mayor

⁶² Vale destacar que en el trabajo de Khalifa (2022) se utiliza como variable dependiente al uso de *software* para estudiar la difusión en empresas tunecinas (también utilizan *hardware* y comunicación por red como otras herramientas TIC).

⁶³ La variable de calificación de los trabajadores coincide con la de Bayo-Moriones & Lera-López (2007), Giotopoulos et al. (2017), Grazzi & Jung (2019), Hidalgo & López (2009), Jones et al. (2016) y Khalifa (2016, 2022).

probabilidad de tener más áreas informatizadas, lo que coincide con Breard & Yoguel (2013) a nivel nacional. Aun cuando la variable de interés difiere, el resultado contribuye a los trabajos de Alderete et al. (2017) y Jones et al. (2016), quienes estudian el comercio electrónico, y al de Brambilla & Tortarolo (2018) quienes se enfocan en la inversión en TIC, también en empresas del país. En síntesis, estos resultados ponen de manifiesto la importancia de construir y acumular capacidades que favorezcan el aprendizaje en la firma y traccionen la implementación de nuevas tecnologías en las empresas locales, como se señala a nivel nacional (Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004).

En el contexto de la gestión de calidad, se plantea el vínculo entre la formalización de procedimientos y el uso de *software*. En efecto, se observa que las empresas que incurren en estos procesos tienen mayor probabilidad de usar este tipo de tecnología, lo que insta a reflexionar sobre las actividades previas a la formalización de las prácticas. Es de esperar que las firmas que atraviesan estos procesos acumulen conocimiento, lo codifiquen y generen competencias que las prepara para afrontar nuevos desafíos, como la informatización de las áreas de negocio. A su vez, la formalización en sí puede realizarse mediante sistemas informáticos, por lo tanto, el mismo proceso puede llevar a implementar *software*. De este modo, se aporta evidencia para empresas de un país en desarrollo a los trabajos de Grover & Goslar (1993) para EE.UU. y Galliano et al. (2001) para Francia. Cabe destacar que la medida de formalización que se utiliza dista de este último trabajo como así también la variable de respuesta que, en su caso, son las redes informáticas.

El aporte de esta investigación con respecto a la incidencia del tamaño de la firma en la adopción de *software* está en línea con la amplia literatura sobre el tema que destaca que las empresas más grandes tienen más probabilidad de adoptar TIC (Baptista, 2000; Basant et al., 2006; Botello Peñaloza & Pedraza Avella, 2015; Brambilla & Tortarolo, 2018; Breard & Yoguel, 2013; Burke, 2005; Cirera et al., 2016; Fabiani et al., 2005; Findik & Tansel, 2015; Gallego et al., 2014; Galliano et al., 2001; García-Moreno et al., 2018; Gómez et al., 2012; Grazzi & Jung, 2019; Hall et al., 2013; Hidalgo & López, 2009; Hollenstein, 2004; Karshenas & Stoneman, 1993; Khalifa, 2022; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Thong, 1999; Vaumi et al., 2021; Waters, 2017; Yoguel et al., 2004; Youssef et al., 2011, 2012).

De esta manera, la inclusión del tamaño refleja distintos argumentos que pueden explicar la ventaja de las empresas grandes para usar *software*, como la mayor capacidad financiera, la complejidad de la estructura y la menor aversión al riesgo. Con relación al primero, aquellas que operan a gran escala se enfrentan a menores barreras económicas que las firmas más pequeñas.⁶⁴ En los modelos, el efecto más bajo del tamaño sobre el uso de *software* se encuentra para el estrato micro. Este es un resultado relevante dado que en la estructura productiva local predominan este tipo de firmas, por lo cual, sirve como motor para diseñar acciones que apunten a la incorporación de tecnologías en dicho tramo, como se detalla en la próxima sección.

Respecto de los trabajos que se focalizan en empresas de países latinoamericanos, este resultado es análogo al de Breard & Yoguel (2013) para empresas manufactureras en Argentina, quienes encuentran que la capacidad de informatizar las distintas áreas de negocio mediante *software* se incrementa con el tamaño. Otro estudio es el de Yoguel et al. (2004), quienes utilizan en su modelo de regresión las ventas de la empresa como *proxy* de tamaño. A su vez, está en línea con el trabajo de Botello Peñaloza & Pedraza Avella (2015) en el cual encuentran que las microempresas de Ecuador tienen menor probabilidad de adoptar TIC. Además, es semejante al hallazgo de Basant et al. (2006) para firmas en Brasil y contribuye a la pesquisa de Grazi & Jung (2019) para empresas de América Latina, quienes identifican que la probabilidad de utilizar banda ancha y tener una página web aumenta con los estratos de tamaño. También se encuentra un resultado similar al de Waters (2017) aunque, al igual que en el caso de Grazi & Jung, es más puntual ya que se estudia una localidad de Argentina, mientras que los autores se enfocan en un conjunto de países. Con respecto al trabajo de Waters (2017) cabe destacar que la variable dependiente que utiliza es la conexión a Internet. Esta medida, asociada más a la infraestructura TIC que al *software*, permite una primera aproximación al tema y se limita a una tecnología de baja complejidad. Esta investigación apunta a la adopción de *software*, por lo cual, la distinción por áreas de la firma permite avanzar un poco más allá.⁶⁵ Aun cuando las medidas que emplean estos autores difieren, forman parte de las TIC y sus hallazgos permiten contrastar con los de esta tesis.

⁶⁴ Se estimó una especificación alternativa de los modelos que incorpora una variable de acceso al financiamiento externo a la firma para controlar el efecto de la capacidad financiera que incide en el tamaño. Sin embargo, el efecto del estrato mediano no se ve modificado.

⁶⁵ En la literatura sobre TIC se considera al acceso a Internet como punto de partida del estado digital de las empresas (Rivas & Stumpo, 2013).

Con respecto a algunos de los trabajos para países desarrollados, el resultado obtenido refuerza los de Haller & Siedschlag (2011), quienes estiman un modelo *probit* mediante el cual encuentran que la probabilidad de adopción aumenta con los estratos de tamaño. Asimismo, se hace una contribución a los trabajos de Fabiani (2005) y Youssef et al. (2011) que encuentran una correlación positiva entre el tamaño y la adopción de TIC. Este último destaca que las empresas más grandes tienen más incentivos a usar TIC dado que pueden aprovechar economías de escala en la inversión de tecnologías.⁶⁶

En cuanto al sector, los resultados se condicen en parte con los hallados por Botello Peñaloza & Pedraza Avella (2015) para la industria manufacturera de Ecuador. En el presente trabajo se encuentra que los coeficientes más altos corresponden a empresas pertenecientes a sectores intensivo en I+D y en trabajo, mientras que los autores observan un aumento de la probabilidad de uso de TIC para el sector intensivo en trabajo y en escala. Con respecto a otros estudios, el resultado es el esperado (Burke, 2005; Grazzi & Jung, 2019; Haller & Siedschlag, 2011; Lucchetti & Sterlacchini, 2004; Marchese & Jones, 2012; Zhen-Wei Qiang et al., 2006). Los sectores intensivos en I+D tienen mayor probabilidad de adoptar *software* porque sus necesidades tecnológicas son mayores que las del sector intensivo en recursos naturales, donde está generalizado el uso de sistemas de baja complejidad. Por lo tanto, las características de la actividad pueden explicar que el uso de una tecnología sea desbalanceado entre sectores. Además, capta los *spillovers* de conocimiento e información que existen en sectores particulares donde otras empresas han adoptado TIC, como encuentran Haller & Siedschlag (2011) en firmas de Irlanda. En el contexto del presente trabajo, las firmas que pertenecen al sector de I+D, como las de Química, caucho, plástico y Aparatos eléctricos, pueden compartir información al interior del sector, a través de cámaras empresariales o vinculaciones con el sistema científico-tecnológico local (por ejemplo, Asociación de TIC de Mar del Plata y zona -ATICMA-, Universidades y otras instituciones). Al propiciar estos intercambios se favorece la informatización en la industria del PGP.⁶⁷

⁶⁶Youssef et al. (2011) utilizan como variable de tamaño al estrato de ocupación con rangos similares al de esta investigación, mientras que Fabiani (2005) utiliza el logaritmo de las ventas anuales.

⁶⁷En 2019 se llevó a cabo en Mar del Plata una Ronda de Innovación y Tecnología organizada por el área de vinculación y transferencia de la FCEyS en conjunto con ATICMA para propiciar la articulación entre los oferentes de TIC (y otras instituciones) y las empresas demandantes de tecnologías (de distintos sectores industriales del PGP). Del trabajo realizado en la ronda surgieron numerosos intercambios entre empresas que redundaron, en varios casos, en la contratación de TIC. Estos eventos permiten que la información fluya entre las empresas y se consolide la informatización de las firmas del Partido.

En síntesis, el uso de *software* en la empresa se asocia a las capacidades acumuladas, y se hallan diferencias entre tamaños y sectores de actividad. Estos resultados permiten validar la segunda hipótesis de investigación (**H2**): el grado de uso de *software* difiere entre las empresas, en función de factores estratégicos y estructurales.

Por último, a partir de la estimación del modelo *biprobit* se encuentra evidencia de complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación en las firmas del PGP, lo que permite corroborar la tercera hipótesis de investigación (**H3**). Es decir, el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación resultan complementarios y refuerzan las capacidades de las empresas. Éstos involucran la asimilación de nuevos conocimientos que, combinados con el acervo previo de la empresa, permiten acumular capacidades y lograr mayor competitividad. Esta complementariedad está mediada por los esfuerzos de innovación que impactan tanto en el uso de *software* como en los resultados de innovación.

El resultado está en línea con el trabajo de Mohnen et al. (2018).⁶⁸ Al respecto, los autores encuentran para empresas holandesas que el gasto en I+D y la inversión en TIC por empleado son complementarias. Si bien las variables que utilizan difieren, se pueden recuperar sus argumentos para entender el resultado obtenido. El uso de *software* facilita la obtención de resultados de innovación y la potencia, a la vez que éstos generan conocimientos que se transmiten mediante esta tecnología, lo que eleva su rendimiento en la firma. Por otro lado, el resultado aporta evidencia al trabajo de Hall et al. (2013), quienes utilizan la misma estrategia empírica para estudiar la inversión en I+D y en TIC en empresas italianas, aunque no encuentran evidencia a favor. En esencia, este resultado hace una contribución a la escasa evidencia empírica sobre una temática de relevancia.

6. Reflexiones finales

6.1 Conclusiones

El objetivo general de la presente investigación es analizar los factores asociados al uso de *software* por parte de las firmas industriales del PGP y su aporte a la

⁶⁸ Sin embargo, cabe destacar que estudian las TIC en general, mientras que en este trabajo se estudia el grado de uso de *software*.

competitividad. Se utilizan datos de 280 empresas manufactureras del PGP relevadas en 2018 (CFI-UNMDP). Para la concreción del objetivo general, se plantean distintos objetivos específicos. Primero, se identifican dos perfiles de empresas de acuerdo con el grado de uso de *software*. El perfil de mayor uso está conformado por aquellas firmas que contratan programas a medida, innovan, invierten, están diversificadas, tienen más ocupados calificados que el promedio y son intensivas en escala y, por proximidad, en I+D (donde sobresalen Metalmecánica y Química, caucho y plástico, respectivamente).

Este perfil de mayor uso de *software* refleja a las empresas más virtuosas: aquellas que innovan, tienen más ocupados calificados que el promedio de la industria, están diversificadas e invierten. Además, en el caso particular de la contratación a medida, la necesidad de contacto y trabajo conjunto con el proveedor podría suponer una mayor base de conocimiento en la empresa por las capacidades requeridas para dicho proceso. Se observa que estas firmas se asocian a un mayor uso de *software*, el cual resulta transversal a las distintas actividades que lleva a cabo este perfil.

En el perfil de menor uso se encuentran las empresas que contratan programas enlatados, no innovan, no exportan, no tienen certificaciones de calidad, no están diversificadas, tienen menos ocupados calificados que la media y pertenecen a la rama Alimenticia no pesquera y Otras actividades. Con relación al tipo de contratación, la distinción entre los perfiles refleja en cierta medida las posibilidades de las empresas para incorporar tecnologías como el *software*. Vale mencionar que el tipo enlatado puede funcionar para un área específica de la empresa por su grado de estandarización, aunque resulta menos fácil de integrar. Que las empresas que tienen un uso menor se asocien a este tipo de contratación puede dar a entender que algunas firmas lo adquieren para afrontar una necesidad puntual, sin mediar una integración tecnológica. Sin embargo, un análisis pormenorizado de esto último requiere información que no se encuentra en el relevamiento utilizado. La delineación de los perfiles de empresas en función del grado de uso de *software* permite hacer una primera caracterización sobre la intensidad de uso de dicha TIC en la industria del PGP, el cual concentra un polo TIC en constante crecimiento y un tejido industrial diverso.

A partir de la identificación de los perfiles, se analiza si el desempeño difiere entre éstos (Objetivo 2). El resultado indica que hay proporcionalmente más empresas con mayor uso de *software* que tienen una *performance* por encima de la mediana del sector intensivo (y de la rama de actividad), mientras que el inferior desempeño relativo se

observa para las firmas contempladas en el perfil de menor uso. Las empresas que se encuentran en el perfil de mayor uso de *software* tienen ciertos rasgos y siguen ciertas estrategias (innovan, cuentan con trabajadores calificados, invierten y diversifican) que le pueden conferir mayor dinamismo respecto de las firmas menos informatizadas. Por lo cual, el mayor desempeño es esperable en este perfil. Por lo tanto, existe evidencia de asociación entre la adopción de esta tecnología y el desempeño, lo que valida la primera hipótesis de investigación.

Con respecto al tercer objetivo específico, los dos modelos estimados se distinguen en la variable de interés: mientras que el primero apunta a explicar el menor o mayor uso de *software*, el segundo explica el número de áreas de la empresa que están informatizadas, por lo tanto, los modelos se refuerzan y confieren una explicación más acabada de los factores asociados. A partir de los resultados, se encuentra que el uso de *software* se asocia a factores estratégicos y estructurales de las firmas del PGP, lo que permite corroborar la segunda hipótesis de investigación.

Dentro de los estratégicos se destacan las capacidades acumuladas, aproximadas mediante los esfuerzos de innovación y la proporción de trabajadores calificados. Éstos permiten incrementar las capacidades de absorción de nuevas tecnologías, las cuales posibilitan que la firma cuente de los conocimientos necesarios tanto para la incorporación de *software* como para la articulación con su operatoria y rutinas. Además, el aprendizaje que surge al integrar los gastos de innovación con su actividad puede ser utilizado para otros procesos al interior de la firma. Los resultados de los modelos indican que realizar esfuerzos de innovación y contar con más trabajadores calificados dentro de la empresa se asocia al uso de *software* en más áreas, lo que está en línea con la literatura discutida. Con respecto a la gestión de la calidad, el resultado de la formalización puede interpretarse desde dos ópticas. Por un lado, las empresas que atraviesan procesos de formalización pueden acumular conocimiento y lograr competencias que son valiosas para la informatización. Por otro lado, pueden requerirse sistemas informáticos para realizar estos procedimientos de forma más ágil y sencilla. En definitiva, aquellas empresas que formalizan prácticas tienen más probabilidades de usar *software*, lo que suma evidencia a la literatura empírica, sobre todo en empresas de países en desarrollo.

En lo que respecta a los factores estructurales, las empresas de mayor tamaño tienen mayor probabilidad de informatizar sus áreas de negocio, lo que está en línea con

la amplia literatura que encuentra una relación directa. Este resultado puede reflejar distintos argumentos que operan detrás de la variable de tamaño, como los mayores recursos financieros y técnicos, las posibilidades de acceso a financiamiento externo a la firma y de aprovechamiento de economías de escala en la inversión en TIC. Esto es importante dado que en la estructura productiva local predominan las microempresas, por lo cual, existe un espacio para apuntalar las capacidades y reducir las brechas debidas al tamaño. Si bien los efectos encontrados son los esperados en función de la literatura revisada también pueden indicar la heterogeneidad en la trayectoria tecnológica entre empresas medianas y chicas. Por otra parte, se encuentra que la pertenencia a sectores intensivos en I+D y en trabajo se asocian a un mayor uso de *software*. Esto puede interpretarse por las necesidades tecnológicas disímiles entre sectores, aunque también por los *spillovers* de conocimiento e información que tienen lugar en sectores particulares.

En virtud del último objetivo específico se destaca que existe complementariedad entre el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación, lo que permite validar la tercera hipótesis de investigación. Este resultado surge del tercer modelo que evidencia que no son independientes entre sí. Por lo tanto, tanto el mayor uso de esta tecnología en la empresa como la obtención de resultados de innovación pueden comprenderse bajo la idea de complementariedad. Esto puede sugerir que llevar a cabo estos procesos en forma conjunta, como parte de una estrategia tecnológica común, puede reforzar las capacidades de las empresas, al constituir ambas canales de acumulación de conocimiento que la firma puede integrar en sus rutinas. El hallazgo constituye un aporte a la escasa evidencia empírica sobre dicha complementariedad tanto en países desarrollados como en desarrollo.

En síntesis, en la tesis se realiza un análisis multivariado para explorar cómo se caracterizan las empresas del PGP en relación con el uso de *software*, del que se desprende que su grado de adopción está asociado al tipo de contratación de la tecnología, la innovación, la diversificación productiva, la inversión, la proporción de trabajadores calificados, el tamaño y la pertenencia a sectores y ramas de actividad de media-alta intensidad tecnológica. Asimismo, se indaga en aquellos factores que se asocian al uso de *software* a nivel firma y se encuentran las capacidades acumuladas, la gestión de la calidad, el tamaño y el sector. Por último, se analiza si el grado de uso de *software* y la obtención de resultados de innovación resultan complementarios. Esta

hipótesis se verifica a partir del modelo *probit* bivariado en el cual también se destacan los esfuerzos de innovación por influir en ambas.

Para concluir, en este trabajo se realizan distintos aportes. Por un lado, la delineación de los perfiles de empresas en función del uso de *software* permite hacer una primera caracterización sobre esta temática en el PGP, cuando la mayoría de los trabajos a nivel nacional se focalizan en zonas centrales. A la vez, aporta evidencia a la literatura sobre uso de TIC, innovación y competitividad a nivel firma. El abordaje de los factores asociados a la adopción de *software* combina distintos enfoques conceptuales utilizados para estudiar la adopción de TIC en la empresa. En particular, estos resultados son un aporte a la discusión conceptual de corte evolucionista neoschumpeteriana sobre TIC e innovación en firmas de un país en desarrollo. Se identifica que las capacidades acumuladas por las empresas se asocian al uso de *software*, a la vez que éste y la innovación son complementarios. En la medida en que la firma acumula capacidades y absorbe conocimiento, cristalizado en sus rutinas, se puede encontrar más preparada para afrontar nuevos desafíos, como la incorporación de TIC. Cabe destacar que estos resultados están en la línea de otros hallazgos a nivel nacional que siguen un enfoque evolucionista (Molina et al., 2013; Novick et al., 2003; Yoguel et al., 2004) y de difusión de nuevas tecnologías (Breard & Yoguel, 2013). Identificar los factores asociados al mayor (y menor) uso de *software* brinda mayor conocimiento sobre un fenómeno poco explorado tanto en el PGP como en otras regiones del interior del país. Por otro lado, son escasos los estudios que abordan la complementariedad entre el uso de *software* y la obtención de resultados de innovación, y son aún menos los que encuentran evidencia a favor, por lo cual, esta investigación avanza en esa línea.

6.2 Implicancias de política

En la elaboración de las reflexiones y recomendaciones de políticas presentadas a continuación, no sólo se tienen en cuenta los resultados de las estimaciones realizadas, sino que éstos se complementan con conocimiento acumulado sobre las empresas analizadas, el cual surge de trabajos de investigación realizados previamente.⁶⁹ La finalidad es aportar algunas reflexiones preliminares y hacer una contribución, que si

⁶⁹ La participación de la tesista en distintas actividades, como las Rondas de Negocio, la visita a las empresas industriales y del sector TIC local, le permitió generar mayor conocimiento sobre la realidad local.

bien puede no surgir estrictamente de los modelos, son aproximaciones de lo que podría realizarse en el Partido.

Es de especial interés conocer y caracterizar la industria local en relación con el uso de tecnologías, dada su aplicación en los diversos ámbitos de la empresa y su impacto sobre la competitividad. Estos resultados son un insumo para el diseño de políticas públicas que apunten a difundir el uso de *software* en el entramado productivo local. En particular, es importante mencionar distintas cuestiones que constituyen una contribución de esta investigación.

En líneas generales, si bien más de tres cuartos de las firmas del Partido utilizan *software* en al menos una de sus áreas, el uso al interior es desigual. La mayoría utiliza en sólo un área y suele ser en aquellas donde predominan las tecnologías básicas (en gestión administrativa y comercial). Por lo tanto, este proceso de incorporación heterogéneo entre empresas induce a pensar que las recomendaciones de políticas debieran estar orientadas según las necesidades particulares de las firmas.⁷⁰ A su vez, avanzar en otras deficiencias que necesiten superarse para comenzar los procesos de adopción puede ser importante en aquellas más atrasadas. Las empresas que no utilizan *software* en ninguna de sus áreas (23,5%) se encuentran o bien alejadas del paradigma productivo actual basado en las TIC o en una etapa básica (Dini et al., 2021), aun cuando el uso de *software* pareciera estar asociado a un mejor desempeño competitivo, como se encuentra en la sección 5.3. Recomendaciones más precisas requerirían, sin dudas, de una evaluación de los costos que conlleva la adopción de tecnologías para las firmas, en contraste con el impacto sobre su desempeño económico.

Por su parte, las empresas que tienen un uso mayor de *software* se asocian a determinadas características y estrategias, que dan cuenta en cierta medida de un trayecto recorrido. El acompañamiento del Estado y otros agentes del entorno en el fortalecimiento de capacidades con programas de capacitación, información sobre los desarrollos científicos relevantes, fomento de cooperación tecnológica, entre otros, puede ser esencial para iniciarse y/o avanzar en la incorporación de TIC. Inequívocamente esto dependerá de cuál sea el estadio tecnológico de cada empresa del Partido (análisis que no se realiza en esta tesis) y qué camino desee seguir la firma.

⁷⁰ Sin embargo, cabe notar que para ello se requeriría un mayor conocimiento sobre las tecnologías específicas que adoptan estas empresas, lo que se aborda en la última subsección.

De los modelos surge que los esfuerzos de innovación aumentan la probabilidad de usar *software* en la empresa y, en esta línea, si bien la mayoría de las firmas relevadas realiza gastos en alguna de las actividades innovativas que se mencionaron, un alto porcentaje de éstas (44,3%) no lo hace. Cabe notar la importancia de estos esfuerzos en las capacidades acumuladas de la firma, ya que le permite absorber el conocimiento interno y externo. En la medida en que las empresas elijan realizar este tipo de esfuerzos pueden favorecer tanto el uso de *software* como el comportamiento innovador, lo que surge del tercer modelo estimado. Es importante aclarar que esto depende de otros factores, características e intereses de cada empresa, que no están contemplados en los modelos y que delinear sus decisiones. Sin embargo, si las firmas buscan estimular estas capacidades puede ser relevante para ellas recibir apoyo de distintos agentes del entorno, mediante capacitación, acercamiento a programas de financiamiento y difusión del conocimiento.

Asimismo, se hace énfasis en la mayor proporción de trabajadores calificados en la firma como un factor asociado al mayor uso de *software*. La probabilidad de usar esta tecnología en más áreas aumenta con el porcentaje de ocupados calificados en la firma. Aun cuando la muestra de empresas que se analiza del PGP tiene trabajadores con niveles bajos de calificación en relación con el total, la incorporación (o no) de éstos puede depender de otros factores de la firma e incluso externos a ella (como el sector al que pertenece). Debido a que el cambio tecnológico tiene un sesgo hacia la habilidad, la calificación y la especialización de los trabajadores (Arvanitis, 2005; Ernst & Lundvall, 2004), el diseño de políticas que prioricen este factor puede ser relevante para conectar el aprendizaje con la producción, temática de política industrial que ha generado debate en los últimos años (Chang & Andreoni, 2020). En particular, una acción de política para aquellas que busquen fortalecer estas capacidades podría ser la sensibilización en las empresas sobre cuáles serían las temáticas más relevantes para ellas para luego ofrecer cursos de capacitación desde el Estado y articular con aquellas demandantes. Por su parte, para las firmas que busquen incorporar trabajadores calificados los vínculos con instituciones educativas y de formación en el PGP, por ejemplo, las Universidades y los institutos de formación técnica, pueden ser importantes para articular con la oferta laboral.

De la modelación econométrica surge que las microempresas tienen una probabilidad baja de usar *software* en más áreas, aun cuando se las supone con ciertas

capacidades acumuladas (realizar gastos en innovación y contar con el promedio de calificados de la industria).⁷¹ En la medida en que estas firmas tengan intenciones de usar esta tecnología en más áreas, resulta importante sugerir algunas líneas de política específicas. Cabe destacar que éstas deberían distinguir al interior del segmento, debido a que existen diferencias de especialización y productividad entre ellas, por lo cual, no es un estrato homogéneo. Se podría asesorar a las empresas sobre las líneas de financiamiento disponibles y propiciar vínculos con la banca pública.⁷² A su vez, la generación de convenios desde el sector público con las microempresas puede facilitar que las capacitaciones que se lleven adelante en el PGP puedan ser realizadas por sus trabajadores como parte de la jornada. Otra acción que ha demostrado ser efectiva en el PGP son las Rondas de Negocios, organizadas por la Universidad (FCEyS-UNMDP) y otras instituciones en distintas oportunidades, que vinculan al sector privado con el público. Estos encuentros, de los cuales la tesista ha formado parte, son importantes para las empresas porque se toman en consideración sus necesidades (demandas) y se propicia la articulación con oferentes, que pueden ser otras empresas del PGP o el Estado (por ejemplo, para financiamiento), a través de una reunión presencial. Otra información que surge de estas rondas y que se vincula con lo que mencionan Dini et al. (2021) es la prioridad en las necesidades de estas empresas, es decir, en algunos casos puede ser importante atender otras cuestiones asociadas a la gestión y la operación de la firma para luego afrontar procesos de digitalización. Por lo tanto, detectar cuáles son las necesidades y potencialidades de cada empresa es central para avanzar en este sentido.

Por último, aun cuando no se deriva de los resultados de los modelos es importante hacer mención del entorno. La existencia de un clúster TIC en el plano local puede fortalecer la articulación con las empresas y estimular capacidades (Argentina Productiva 2030, 2023; López, 2007), las cuales serían de interés para la adopción de *software*. Hay distintas iniciativas en ese sentido en el PGP, como la Asociación de TIC de Mar del Plata y zona (ATICMA) que lleva adelante distintas acciones tanto para fortalecer el sector TIC como para articular con empresas de otros sectores. De esta manera, el vínculo asiduo con redes empresariales y centros de conocimiento puede ser efectivo para la digitalización (Dini et al., 2021). Profundizar la interconexión entre los

⁷¹ Esto hace referencia a las Tablas 15 y 17 de la sección 5.4 donde se recuperan las probabilidades estimadas.

⁷² Hay distintas líneas de crédito para MiPyMEs de la industria manufacturera, por ejemplo, los aportes no reembolsables o la línea CreAr (crédito argentino).

sectores en el PGP, TIC y manufactura, puede permitir detectar nuevas oportunidades de negocio para las firmas del sector TIC al orientar los desarrollos a las particularidades de la estructura productiva local, a la vez que puede incrementar su demanda por parte del sector industrial. Un ejemplo son las empresas locales que realizan programas informáticos específicos para la actividad pesquera y la textil, de relevancia para el Partido. Esto podría estimular, a la vez, la oferta TIC en el PGP. Avanzar en este sentido, es decir, asociar la producción de estas tecnologías a las actividades distintivas de la zona, puede ser importante para abrir camino a la digitalización de la industria.

En las propuestas que se mencionaron existe un hilo conductor y es la intervención activa de todas las partes: las empresas (a través de cámaras o asociaciones) como usuarias y proveedoras de nuevas tecnologías, el Estado (en sus diferentes niveles) y el sector científico-tecnológico (como las Universidades y otras instituciones). El vínculo frecuente entre todos los actores del sistema puede promover el progreso de las MiPyMEs bajo el paradigma productivo actual.

6.3 Consideraciones y futuras líneas de investigación

Un primer comentario se relaciona con la variable de *software* en general, la cual no permite distinguir el tipo de tecnología que se utiliza en la empresa (por ejemplo, ERP, SCM, CRM, CAD, entre otras). A su vez, tampoco se puede estudiar en este proceso, la dinámica con el entorno y cuestiones asociadas particularmente a las tecnologías (como la infraestructura, los costos y el conocimiento en TIC), lo que habilitaría a controlar estos efectos directamente en la modelación, como realizan otros trabajos. Estas restricciones acotan en buena medida el estudio de la difusión de TIC en general y *software* en particular en la industria local ya que permite hacer un análisis general del tema, sin ahondar en las especificidades.

Así, en función de las cuestiones identificadas a partir de esta tesis, en un nuevo relevamiento a empresas actualmente en campo dirigido a firmas industriales del PGP, se incluyeron preguntas que indagan en tecnologías específicas por áreas de la empresa, integración de *software* entre áreas, usos de la información y elementos que la favorecen, así como cuestiones propias al concepto de Industria 4.0.⁷³ Si se busca promover la incorporación de tecnologías en las empresas por los beneficios que éstas

⁷³ Este relevamiento está financiado por el Ministerio de Economía de la Nación.

tienen en términos de competitividad, es importante conocer qué hace la firma con esa tecnología, es decir, para qué la utiliza y si está integrada entre áreas y procesos.

Otra cuestión respecto a la metodología que también se destaca en la literatura sobre TIC e innovación (Parker & Castleman, 2007) es la posibilidad de contar con datos longitudinales. La estructura de panel permitiría estudiar tanto la dinámica del proceso de adopción como la evolución del uso dentro de la firma, además de contar con variables rezagadas que habilitarían controlar más efectos y delinear la trayectoria tecnológica de la empresa. Además, una mayor comprensión de esta última y de los procesos al interior requiere complementar el enfoque cuantitativo de esta investigación con entrevistas en profundidad a informantes clave, lo que haría posible estudiar con mayor detalle el proceso de adopción en las firmas.

A partir de estas consideraciones y de los resultados, surgen líneas futuras de investigación. Por un lado, la caracterización de las empresas del PGP con relación a la adopción de *software* abre un espacio importante para su estudio a nivel nacional, con el foco en la contextualización de la industria local y en distinguir otros factores que pueden explicar la heterogeneidad en estos procesos. Además, la profundización del análisis en el PGP respecto de cómo y para qué se utilizan estas tecnologías en la empresa y si están integradas, es fundamental para conocer mejor los efectos de las TIC sobre el desempeño en el plano local. Por otro lado, el contexto temporal del relevamiento que se utiliza en esta investigación difiere considerablemente del momento actual, principalmente por la pandemia de COVID-19. Si bien se puede entrever que el uso de TIC en general y *software* en particular está más difundido en el entramado local, aún no se dispone de datos para cuantificar la situación actual. Por lo tanto, la posibilidad de contar con éstos permitiría obtener un panorama actual de la industria manufacturera local en una temática de indiscutible relevancia.

En síntesis, contemplar las consideraciones y las líneas futuras de investigación que se precisan en esta tesis puede permitir acercarse a la realidad local y a las necesidades actuales de las empresas que conforman el tejido productivo del PGP a la luz del paradigma productivo vigente. De todos modos, es importante notar que esta investigación hace un primer aporte en este sentido, al identificar los factores que se asocian al mayor uso de *software* a nivel firma, y su complementariedad con los resultados de innovación. Estos resultados contribuyen a la discusión conceptual sobre nuevas tecnologías e innovación con evidencia empírica para empresas de una

economía en desarrollo, cuando la literatura focalizada en Argentina es más bien escasa y fragmentada. A su vez, permiten sentar las bases para investigaciones posteriores en el plano local y nacional.

Referencias bibliográficas

- Abdi, H., & Valentin, D. (2007). Multiple correspondence analysis. En *Encyclopedia of measurement and statistics* (Número January, pp. 651-657).
<https://doi.org/10.4324/9781315516257-3>
- Aboal, D., & Tacsir, E. (2018). Innovation and productivity in services and manufacturing: the role of ICT. *Industrial and Corporate Change*, 27(2), 221-241.
<https://doi.org/10.1093/icc/dtx030>
- Agresti. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis Second Edition*.
- ALADI. (2005). USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y LAS COMUNICACIONES EN EL SECTOR EMPRESARIAL DE LOS PAISES MIEMBROS DE LA ALADI. En *ALADI/SEC* (Vol. 170, p. 110). ALADI/SEC.
- Alam, S. S., & Mohammad Noor, M. K. (2009). ICT Adoption in Small and Medium Enterprises: an Empirical Evidence of Service Sectors in Malaysia. *International Journal of Business and Management*, 4(2), 112-125.
<https://doi.org/10.5539/ijbm.v4n2p112>
- Albrieu, R., Basco, A. I., Brest López, C., de Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., & Vienni, G. (2019). *Travesía 4.0: Hacia la transformación industrial argentina: Vol. IDB-TN-167* (Número Junio). BID/INTAL/CIPPEC/UIA.
- Alderete, M. V., & Jones, C. (2019). Estrategias de TIC en empresas de Córdoba, Argentina: Un modelo estructural. *SaberEs*, 11(2), 195-216.
- Alderete, M. V., & Jones, C. (2016). Factores Competitivos y su Vínculo con la estrategia y el compromiso de TIC en MIPYME comerciales y de servicios de Córdoba, Argentina. En R. Ascúa, S. Roitter, & R. Kataishi (Eds.), *Lecturas seleccionadas de la XXI Reunión Anual Red Pymes Mercosur 2016* (pp. 325-338). Red PyMEs.
- Alderete, M. V., Jones, C., & Morero, H. A. (2014). Factores explicativos de la adopción de las TIC en tramas productivas automotriz y siderúrgica de Argentina. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, 37, 1-40.

<https://doi.org/10.14482/pege.37.7019>

- Alderete, M. V., Jones, C., & Motta, J. (2017). Los factores organizacionales y del entorno en la adopción del comercio electrónico en pymes de Córdoba, Argentina. *Redes*, 23, 63-95.
- Aral, S., Brynjolfsson, E., & Wu, D. J. (2006). WHICH CAME FIRST, IT OR PRODUCTIVITY? THE VIRTUOUS CYCLE OF INVESTMENT AND USE IN ENTERPRISE SYSTEMS. *Twenty Seventh Conference on Information Systems*, 9-33.
- Arendt, L., & Grabowski, W. (2018). Impact of ICT Utilization on Innovations and on Labor Productivity: Micro-level Analysis for Poland. En A. Dias, B. Salmelin, D. Pereira, & M. S. Dias (Eds.), *Modeling Innovation Sustainability and Technologies* (pp. 225-247). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67101-7_17
- Argentina Productiva 2030. (2023). *Misión 7. Profundizar el avance de la digitalización escalando la estructura productiva y empresarial nacional. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico.*
- Arvanitis, S. (2005). Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(4), 225-249. <https://doi.org/10.1080/1043859042000226257>
- Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2011). American Economic R&D Investment, Exporting, and Productivity Dynamics. *The American Economic Review*, 101(4), 1312-1344. <http://www.jstor.org/stable/23045900>
- Baptista, R. (2000). Do innovations diffuse faster within geographical clusters? *International Journal of industrial organization*, 18(3), 515-535.
- Barletta, F., Kataishi, R., & Yoguel, G. (2013). La trama automotriz argentina: dinámica reciente, capacidades tecnológicas y conducta innovativa. En G. Stumpo & D. Rivas (Eds.), *La industria argentina frente a los nuevos desafíos y oportunidades del siglo XXI* (LC/L. 3637, pp. 159-190). CEPAL.
- Bartelsman, E., van Leeuwen, G., & Polder, M. (2017). CDM using a cross-country micro moments database†. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1-2), 168-182. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202517>
- Basant, R., Commander, S. J., Harrison, R., & Menezes-Filho, N. (2006). ICT Adoption and Productivity in Developing Countries: New Firm Level Evidence from Brazil and India. En *SSRN Electronic Journal* (N.º 2294; IZA Discussion Papers, Número

- 2294). <https://doi.org/10.2139/ssrn.932029>
- Battisti, G. (2000). *The intra-firm diffusion of new technologies*. University of Warwick.
- Battisti, G., Canepa, A., & Stoneman, P. L. (2009). e-Business usage across and within firms in the UK: profitability, externalities and policy. *Research Policy*, 38(1), 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.021>
- Battisti, G., Hollenstein, H., Stoneman, P. L., & Woerter, M. (2007). Inter and intra firm diffusion of ICT in the United Kingdom (UK) and Switzerland (CH) an internationally comparative study based on firm-level data. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(8), 669-687. <https://doi.org/10.1080/10438590600984026>
- Battisti, G., & Stoneman, P. L. (2003). Inter- and intra-firm effects in the diffusion of new process technology. *Research Policy*, 32(9), 1641-1655. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(03\)00055-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00055-6)
- Bayo-Moriones, A., & Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27(6-7), 352-366. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.01.003>
- Bekerman, M., & Cataife, G. (2001). *El Sector Software En Argentina: Situación Actual Y Sugerencia De Políticas*. http://www.funccex.org.br/material/REDEMERCOSUL_BIBLIOGRAFIA/biblioteca/ESTUDOS_ARGENTINA/ARG_125.pdf
- Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (1999). Exceptional exporter performance: Cause, effect, or both? *Journal of International Economics*, 47(1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(98\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00027-0)
- Bertschek, I., Cerquera, D., & Klein, G. J. (2013). More bits - more bucks? Measuring the impact of broadband internet on firm performance. *Information Economics and Policy*, 25(3), 190-203. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.11.002>
- Billón Currás, M., Lera López, F., & Ortiz Serrano, S. (2007). Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa. ¿Fin de la «paradoja de la productividad»? *Cuadernos de Economía*, 30(82), 5-36. [https://doi.org/10.1016/s0210-0266\(07\)70006-7](https://doi.org/10.1016/s0210-0266(07)70006-7)
- Borowiecki, M., Pareliussen, J., Glocker, D., Kim, E. J., Polder, M., & Rud, I. (2021). *The impact of digitalisation on productivity: Firm-level evidence from the Netherlands* (N.º 1680; OECD Economics Department Working Papers).
- Botello Peñaloza, H. A. (2016). Las certificaciones de calidad y la internacionalización

- de las firmas industriales colombianas. *Suma de Negocios*, 7(16), 73-81.
- Botello Peñaloza, H. A., & Pedraza Avella, A. C. (2015). Determinantes de la adopción de TIC en países en vía de desarrollo: el caso de las empresas industriales ecuatorianas. *Academia y Virtualidad*, 8(2), 48-59. <https://doi.org/10.18359/ravi.1422>
- Brambilla, I., & Tortarolo, D. (2018). Investment in ICT, Productivity, and Labor Demand: The Case of Argentina. En *Policy research working paper* (N.º 8325; Policy research working paper, Número January). <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8325>
- Bravo Sotomayor, D. (2017). La gestión de las TIC y su impacto en la cadena de valor: Oportunidades para las empresas del siglo XXI. *Innovag*, 3, 59-66. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/innovag/article/view/19740%0A>
- Breard, G., & Yoguel, G. (2013). Patrones de incorporación de TIC en el tejido empresarial argentino: factores determinantes. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 207-246). CEPAL.
- Bresnahan, T. F. (1999). Computerisation and wage dispersion: an analytical reinterpretation. *The economic journal*, 109(456), 390-415.
- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2002). Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for skilled labor: firm-level evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, February, 339-376.
- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies «Engines of growth»? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- Brixner, C., Isaak, P., Mochi, S., Ozono, M., & Yoguel, G. (2019). *INDUSTRIA 4.0: ¿INTENSIFICACIÓN DEL PARADIGMA TIC O NUEVO PARADIGMA TECNOORGANIZACIONAL?* (Documento de Trabajo N°17).
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48. <https://doi.org/10.5951/at.22.1.0022>
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., & Yang, S. (2002). Intangible Assets: Computers and Organizational Capital. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002(1), 137-198. <https://doi.org/10.1353/eca.2002.0003>
- Brynjolfsson, E., & Saunders, A. (2010). Wired for innovation: how information

- technology is reshaping the economy. En *The MIT Press* (1st ed.). The MIT Press.
<https://doi.org/10.1080/08109028.2010.496151>
- Burke, K. (2005). The Impact of Firm Size on Internet Use in Small Businesses. *Electronic Markets*, 15(2), 79-93. <https://doi.org/10.1080/10196780500083738>
- Calá, C. D. (2018). *Buenas prácticas de inserción internacional de pymes: el caso de las empresas productoras de software y servicios informáticos de la ciudad de Mar del Plata* (N.º 25; Programa de Investigadores de la Secretaría de Comercio de la Nación).
- Calza, E., & Rovira, S. (2011). ICT, organizational change and firm performance: evidence from Argentina. En M. Balboni, S. Rovira, & S. Vergara (Eds.), *ICT in Latin America. A microdata analysis*. (pp. 203-237). Naciones Unidas.
- Cameron, C. A., & Trivedi, P. K. (1986). Econometric models based on count data. Comparisons and applications of some estimators and tests. *Journal of Applied Econometrics*, 1(1), 29-53. <https://doi.org/10.1002/jae.3950010104>
- Cameron, C. A., & Trivedi, P. K. (2013). *Regression analysis of count data* (R. L. Matzkin & G. J. Mailath (eds.); 2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139013567>
- Cardona, M., Kretschmer, T., & Strobel, T. (2013). ICT and productivity: Conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, 25(3), 109-125. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2012.12.002>
- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37(6-7), 978-994. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.03.011>
- Charlo, G. (2011). Impact of ICT and innovation on industrial productivity in Uruguay. En M. Balboni, S. Rovira, & S. Vergara (Eds.), *ICT in Latin America: microdata analysis* (pp. 185-202). ECLAC.
- Chong, S. (2006). An empirical study of factors that influence the extent of deployment of electronic commerce for small-and medium-sized enterprises in Australia. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 1(2), 45-57. <https://doi.org/10.3390/jtaer1020012>
- Chudnovsky, D., López, A., & Pupato, G. (2006). Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). *Research Policy*, 35(2), 266-288.

- <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.10.002>
- Cirera, X., Lage, F., & Sabetti, L. (2016). *ICT Use, Innovation, and Productivity: Evidence from Sub-Saharan Africa* (N.º 7868; Policy Research Working Paper). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2866599>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://sci-hub.se/10.2307/2393553>
- Corrocher, N., & Fontana, R. (2008). Objectives, obstacles and drivers of ICT adoption: What do IT managers perceive? *Information Economics and Policy*, 20(3), 229-242. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2008.03.001>
- Crespi, G., Criscuolo, C., & Haskel, J. (2007). *Information technology, organisational change and productivity* (No. DP6105; CEPR Discussion Paper).
- Daalgard, P. (2008). *Introductory Statistics with R* (2nd ed.). Springer.
- Damijan, J. P., Kostevc, Č., & Polanec, S. (2010). From Innovation to Exporting or Vice Versa? *World Economy*, 33(3), 374-398. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2010.01260.x>
- Daniel, E. M., & Grimshaw, D. J. (2002). An exploratory comparison of electronic commerce adoption in large and small enterprises. *Journal of Information Technology*, 17(3), 133-147. <https://doi.org/10.1080/0268396022000018409>
- de la Fuente Fernández, S. (2011). *Análisis de Correspondencias simples y múltiples*. Universidad Autónoma de Madrid.
- De Luca, G. (2008). SNP and SML estimation of univariate and bivariate binary-choice models. *Stata Journal*, 8(2), 190-220. <https://doi.org/10.1177/1536867x08000800203>
- Dewan, S., Michael, S. C., & Min, C. (1998). Firm characteristics and investments in information technology: Scale and scope effects. *Information Systems Research*, 9(3), 219-232.
- Dewett, T., & Jones, G. R. (2001). The role of information technology in the organization: A review, model, and assessment. *Journal of Management*, 27(3), 313-346. [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(01\)00094-0](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(01)00094-0)
- Di Franco, G. (2015). Multiple correspondence analysis: one only or several techniques? *Quality & Quantity*. <https://doi.org/10.1007/s11135-015-0206-0>

- Di Marco, P., Liseras, N., & Gennero, A. (2010). Desempeño competitivo diferencial de las pymes industriales argentinas en la postconvertibilidad. *Red Iberoamericana de Investigadores sobre Globalización y Territorio*.
- Díaz-Chao, Á., & Torrent-Sellens, J. (2010). ¿Pueden el uso de las TIC y los activos intangibles mejorar la competitividad? Un análisis empírico para la empresa catalana. *Estudios de Economía Aplicada*, 28(2), 1-22.
- Dini, M., Gligo, N., & Patiño, A. (2021). *Transformación digital de las mipymes. Elementos para el diseño de políticas*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/items/6692334e-4433-445e-ad2f-6fc5baa5b0d8>
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dosi, G., & Malerba, F. (1996). *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise* (1st ed.). MACMILLAN PRESS LTD. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-13389-5>
- Elicabe, N., Mauro, L., & Manzo, F. (2020). Análisis de la diversificación productiva a nivel firma, para el sector Químico, Caucho y Plástico del Partido de General Pueyrredon. *Faces*, 26(54), 65-83.
- Engelstätter, B. (2012). It is not all about performance gains - enterprise software and innovations. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(3), 223-245. <https://doi.org/10.1080/10438599.2011.562359>
- Ernst, D., & Lundvall, B.-Å. (2004). Information technology in the learning economy: challenges for developing countries. En E. S. Reinert (Ed.), *Globalization, economic development and inequality: An alternative perspective2* (pp. 258-287). Edward Elgar Publishing Limited.
- Esteve-Pérez, S., & Rodríguez, D. (2013). The dynamics of exports and R&D in SMEs. *Small Business Economics*, 41(1), 219-240. <https://doi.org/10.1007/s11187-012-9421-4>
- Eton, M., Okello-Obura, C., Mwosi, F., Ogwel, B. P., Ejang, M., & Ongia, F. (2019). Information and Communication Technology Adoption and the Growth of Small Medium Enterprises in Uganda: Empirical Evidence from Kampala City Council Authority. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(12), 857-873. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v9-i12/6822>
- European Commission. (2008). *The European e-Business Report 2008. The impact of*

ICT and e-business on firms, sectors and the economy. 6th Synthesis Report of the Sectoral e-Business Watch.

- Fabiani, S., Schivardi, F., & Trento, S. (2005). ICT adoption in Italian manufacturing: Firm-level evidence. *Industrial and Corporate Change*, 14(2), 225-249. <https://doi.org/10.1093/icc/dth050>
- Findik, D., & Tansel, A. (2015). Resources on the stage: A firm level analysis of the ICT adoption in Turkey. En *ERC Working Papers in Economics* (N.º 15; Número August). <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8729-5.ch005>
- Fok, L. Y., Fok, W. M., & Hartman, S. J. (2001). Exploring the relationship between total quality management and information systems development. *Information and Management*, 38(6), 355-371. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00075-6)
- Galindo-Rueda, F., & Verger, F. (2016). *OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity* (2016/04; OECD Science, Technology and Industry Working Papers). <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>
- Gallego, J. M., Gutiérrez, L. H., & Lee, S. H. (2014). A firm-level analysis of ICT adoption in an emerging economy: Evidence from the Colombian manufacturing industries. *Industrial and Corporate Change*, 24(1), 191-221. <https://doi.org/10.1093/icc/dtu009>
- Galliano, D., Roux, P., & Filippi, M. (2001). Organisational and spatial determinants of ICT adoption: The case of French industrial firms. *Environment and Planning A*, 33(9), 1643-1663. <https://doi.org/10.1068/a3423>
- García-Moreno, M. B., García-Moreno, S. M., Nájera-Sánchez, J. J., & De-Pablos-Heredero, C. (2018). The impact of organizational factors on e-business adoption: An empirical analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 466-496. <https://doi.org/10.3926/jiem.2378>
- García-Moreno, M. B., García-Moreno, S. M., Nájera-Sánchez, J. J., & De Pables-Heredero, C. (2016). An explanatory model of the organisational factors that explain the adoption of e-business. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(2), 547-581. <https://doi.org/10.3926/jiem.1917>
- García Pérez, F., & Avella Camarero, L. (2008). La influencia de la exportación sobre los resultados empresariales: análisis de las pymes manufactureras españolas en el período 1990-2002. *Revista Europea de Dirección y Economía de la empresa*, 17(2), 85-104.
- Gennero, A., Graña, F. M., & Liseras, N. (2008). *Industria manufacturera. Evolución*

- reciente, situación actual y expectativas de las PyME industriales.*
<https://doi.org/978-987-544-299-3>
- Geroski, P. A. (2000). Models of technology diffusion. *Research Policy*, 29, 603-625.
[https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00092-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00092-X)
- Gill. (2000). *Generalized linear models*.
- Giotopoulos, I., Kontolaimou, A., Korra, E., & Tsakanikas, A. (2017). What drives ICT adoption by SMEs? Evidence from a large-scale survey in Greece. *Journal of Business Research*, 81(December 2016), 60-69.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.08.007>
- Girma, S., Görg, H., & Hanley, A. (2008). R&D and exporting: A comparison of british and irish firms. *Review of World Economics*, 144(4), 750-773.
<https://doi.org/10.1007/s10290-008-0168-6>
- Giuri, P., Torrisci, S., & Zinovyeva, N. (2008). ICT, skills, and organizational change: Evidence from Italian manufacturing firms. *Industrial and Corporate Change*, 17(1), 29-64. <https://doi.org/10.1093/icc/dtm038>
- Golovko, E., & Valentini, G. (2011). Exploring the complementarity between innovation and export for SMEs growth. *Journal of International Business Studies*, 42(3), 362-380. <https://doi.org/10.1057/jibs.2011.2>
- Gómez, J., Salazar, I., & Vargas, P. (2012). El acceso a canales de información y la adopción de tecnologías de proceso. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 15(4), 169-180. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2012.04.003>
- Graña, F. M., Gonzalez Barros, A., Liseras, N., Mauro, L. M., Calá, C. D., & Belmartino, A. (2019). *MGP Mapa Productivo. Principales resultados 2018*. <http://nulan.mdp.edu.ar/3176/1/mgp-mapa-productivo.pdf>
- Grandon, E. E., & Pearson, M. J. (2004). E-Commerce Adoption: Perceptions of Managers/Owners of Small and Medium Sized Firms in Chile. *Communications of the Association for Information Systems*, 13(8), 81-102.
<https://doi.org/10.17705/1cais.01308>
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Winter Special Issue), 109-122.
- Grazzi, M., & Jung, J. (2016). Information and Communication technologies, Innovation, and productivity: evidence from Firms in Latin america and the Caribbean. En Mateo Grazi & C. Pietrobelli (Eds.), *Firm Innovation and Productivity in Latin America and the Caribbean* (pp. 103-135). Palgrave

Macmillan.

- Grazzi, Matteo, & Jung, J. (2019). What are the drivers of ICT diffusion? evidence from Latin American firms. *Information Technologies and International Development*, 15, 34-48.
- Greenacre, M., & Hastie, T. (1987). The Geometric Interpretation of Correspondence Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 82(398), 437-447.
- Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8th.). Pearson.
- Groen, A. (2006). Transfer-Knowledge Transfer in Networks. En A. Jetter, J. Kraaijenbrink, H.-H. Schroder, & W. Fons (Eds.), *Knowledge Integration: The Practice of Knowledge Management in Small and Medium Enterprises* (pp. 115-125). Springer.
- Grover, V., & Goslar, M. D. (1993). The initiation, adoption, and implementation of telecommunications technologies in U.S. organizations. *Journal of Management Information Systems*, 10(1), 141-163.
<https://doi.org/10.1080/07421222.1993.11517994>
- Gutierrez, R. M. V., & Alexandre, P. V. M. (2004). COMPLEXO ELETRÔNICO: INTRODUÇÃO AO SOFTWARE. En *BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Económico y Social* (Vol. 20).
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/081/htm/ocean_o.htm
- Hall, B. H., Lotti, F., & Mairesse, J. (2013). Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 22(3), 300-328.
<https://doi.org/10.1080/10438599.2012.708134>
- Haller, S. A., & Siedschlag, I. (2011). Determinants of ICT adoption: Evidence from firm-level data. *Applied Economics*, 43(26), 3775-3788.
<https://doi.org/10.1080/00036841003724411>
- Hardin, J. W. (1996). Bivariate probit models. En J. H. Newton (Ed.), *STATA Technical Bulletin* (Número 33, pp. 15-20). Stata Corporation.
- Hartono, H., Herman, R. T., & Lasmy. (2019). A Study on Competitiveness of ICT Adoption and Entrepreneurship Orientation on SMEs in Indonesia. En IEEE (Ed.), *Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech 2019* (Vol. 1, Número August, pp. 53-57). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2019.8843738>

- Hatzichronoglou, T. (1997). *Revision of the High- Technology Sector and Product Classification*.
- Hempell, T. (2005). Does experience matter? innovations and the productivity of information and communication technologies in German services. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(4), 277-303.
- Hempell, T., van Leeuwen, G., & van der Wiel, H. (2004). *ICT, Innovation and Business Performance in Services: Evidence for Germany and the Netherlands* (ZEW Discussion Papers No.04-06, Números 04-06). ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research. <https://econpapers.repec.org/RePEc:zbw:zewdip:1607>
- Hendricks, K. B., Singhal, V. R., & Stratman, J. K. (2007). The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of ERP, SCM, and CRM system implementations. *Journal of Operations Management*, 25(1), 65-82. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.02.002>
- Herrera Bartis, G., & Neira, P. (2020). Las tecnologías de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires y algunas propuestas para promoverlas. *Revista Propuestas para el Desarrollo*, IV(IV), 93-115.
- Hidalgo, A., & López, V. (2009). Drivers and impacts of ICT adoption on transport and logistics services. *Asian Journal of Technology Innovation*, 17(2), 27-47. <https://doi.org/10.1080/19761597.2009.9668672>
- Hitt, L. M., Wu, D. J., & Zhou, X. (2002). Investment in enterprise resource planning: Business impact and productivity measures. *Journal of Management Information Systems*, 19(1), 71-98. <https://doi.org/10.1080/07421222.2002.11045716>
- Hollenstein, H. (2004). Determinants of the adoption of Information and Communication Technologies (ICT) An empirical analysis based on firm-level data for the Swiss business sector. *Structural Change and Economic Dynamics*, 15(3), 315-342. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2004.01.003>
- Husson, F., & Josse, J. (2014). Multiple correspondence analysis. *Visualization and verbalization of data*, May, 165-184. <https://doi.org/10.4324/9781315516257-3>
- Jones, C., Motta, J., & Alderete, M. V. (2016). Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del comercio electrónico en Mipymes de Córdoba, Argentina. *Estudios gerenciales*, 32(138), 4-13. <https://doi.org/10.1016/J.ESTGER.2015.12.003>
- Kagan, A., Lau, K., & Nusgart, K. R. (1990). Information System usage within Small

- Business Firms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 14(3), 25-38.
<https://doi.org/10.1177/104225879001400304>
- Karshenas, M., & Stoneman, P. L. (1993). Rank, Stock, Order, and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technologies: An Empirical Model. *The RAND Journal of Economics*, 24(4), 503. <https://doi.org/10.2307/2555742>
- Karshenas, M., & Stoneman, P. L. (1995). Technological diffusion. En P. Stoneman (Ed.), *Handbook of the economics of innovation and technological change* (pp. 265-297). Blackwell Oxford.
- Kawakami, T., Barczak, G., & Durmusoglu, S. S. (2014). Information Technology Tools in New Product Development: The Impact of Complementary Resources. *Journal of Product Innovation Management*, 32(4), 622-635.
<https://doi.org/10.1111/jpim.12244>
- Khalifa, A. Ben. (2016). Determinants of information and communication technologies adoption by Tunisian firms. *Journal of Innovation Economics & Management*, n°20(2), 151-177. <https://doi.org/10.3917/jie.020.0151>
- Khalifa, A. Ben. (2019). Direct and Complementary Effects of Investment in Knowledge-Based Economy on Innovation Performance in Tunisian Firms. *Journal of the Knowledge Economy*, 10(2), 561-589.
<https://doi.org/10.1007/s13132-017-0481-1>
- Khalifa, A. Ben. (2022). Inter- and Intra-firm Diffusion of Technology: the Example of Software, Hardware, and Network Communications Empirical Evidence for Tunisian Manufacturing Firms. *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 236-263.
<https://doi.org/10.1007/s13132-020-00718-1>
- Korpelainen, E. (2011). *Theories of ICT system implementation and adoption: A critical review* (Working Paper 2011).
- Kotelnikov, V. (2007). Small and Medium Enterprises and ICT. En *Asia-Pacific Development Information Programme*. United Nations Development Programme – Asia-Pacific Development Information Programme (UNDP-APDIP) and Asian and Pacific Training Centre for Information and Communication Technology for Development (APCICT).
- Lacaze, M. V., Atucha, A. J., Bertolotti, M. I., Gualdoni, P., Labrunée, M. E., López, M. T., & Volpato, G. (2014). *Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon, 2004-2012*.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*,

- 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Landriscini, G. (2012). Tecnologías de Información y comunicación y servicios avanzados en actividades económicas regionales con base en los recursos naturales. *Revista Electrónica CECIET*, 2(2), 1-30.
- Le Roux, B., & Rouanet, H. (2010). Multiple Correspondence Analysis. En *SAGE*. <https://doi.org/10.4135/9781412985048.n8>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18.
- León García, O. A., Igartua López, J. I., & Ganzarain Epelde, J. (2018). Performance and internationalization effects of the use of ICT in diversified companies. *Small Business International Review*, 2(1), 16-28. <https://doi.org/10.26784/sbir.v2i1.22>
- Liseras, N., & Mauro, L. M. (2020). Exportar e innovar en productos y procesos como decisiones simultáneas de las firmas: evidencia en la industria del Partido de General Pueyrredon. *Faces*, 26(55), 55-71.
- López-rolbán, P., & Fachelli, S. (2015). *Análisis de correspondencias*.
- López, A. (1996). Las ideas evolucionistas en economía: una visión de conjunto. *Revista Buenos Aires Pensamiento Económico*, 1(1), 5193.
- López, A. (2007). *Complementación Productiva en la Industria del Software en los países del Mercosur: Impulsando la Integración Regional para Participar en el Mercado Global*. (N.º 1; Documento de trabajo). <http://www.redsudamericana.org/macroeconomia-finanzas/complementación-productiva-en-la-industria-del-software-en-los-países-del>
- Love, J. H., & Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 33(1), 28-48. <https://doi.org/10.1177/0266242614550190>
- Lucchetti, R., & Sterlacchini, A. (2004). The adoption of ICT among SMEs : Evidence from an Italian survey. *Small Business Economics*, 23(2), 151-168. <https://doi.org/10.1023/B>
- Marcel, L., & Liseras, N. (2020). Mejorar el desempeño innovando y exportando: evidencia en empresas industriales argentinas. *Revista TEC Empresarial*, 14(3), 50-71.
- Marchese, A., & Jones, C. (2012). Factores organizacionales vinculados a la adopción de tecnologías de información y comunicación en empresas de Rosario y alrededores. *Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and*

- Information Systems, EATIS* 2012, 421-424.
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84863695749&partnerID=40&md5=1f1a32fc46d995f9167d3515c49d8760>
- Marchese, A., & Jones, C. (2011). Sistemas de información y las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) como procesos de aprendizaje en organizaciones de Córdoba y Rosario. *40 Jornadas Argentinas de Informática*, 285-296.
- Marra, G., & Radice, R. (2020). Generalised joint regression modelling. En *CRAN packages* (Vol. 14, p. 116).
- Miles, I. D. (2005). Knowledge intensive business services: Prospects and policies. *Foresight*, 7(6), 39-63. <https://doi.org/10.1108/14636680510630939>
- Milgrom, P., & Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*, 80(3), 511-528. <https://doi.org/10.1126/science.151.3712.867-a>
- Mohnen, P., & Hall, B. H. (2013). Innovation and productivity: An update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Mohnen, P., Polder, M., & van Leeuwen, G. (2018). ICT, R&D and Organizational Innovation: Exploring Complementarities in Investment and Production. En *NBER Working Paper Series* (N.º 25044; NBER Working Paper Series). <http://www.nber.org/papers/w25044.pdf> <http://www.nber.org/papers/w25044>
- Molina, M., Rotondo, S., & Yoguel, G. (2013). El impacto de las TIC en la productividad del trabajo: algunos indicios para las PyME del sector manufacturero argentino. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (1era ed., pp. 107-135). Naciones Unidas.
- Moncaut, N., Robert, V., & Yoguel, G. (2017). El rol de las capacidades en la relación entre difusión de las TIC y productividad en empresas manufactureras argentinas. Una revisión de la hipótesis de complementariedad. En S. Villafañe, V. Moori Koenig, S. Balsells, & L. Tumini (Eds.), *La Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (ENDEI) como herramienta de análisis: la innovación y el empleo en la industria manufacturera argentina* (pp. 97-116). CEPAL.
- Monreal-Pérez, J., Aragón-Sánchez, A., & Sánchez-Marín, G. (2012). A longitudinal study of the relationship between export activity and innovation in the Spanish firm: The moderating role of productivity. *International Business Review*, 21(5),

862-877. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2011.09.010>

- Montoya, D., Ramirez, F., Salas, G., Rosas, J., & Martínez, N. (2019). *IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS DE ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE TIC EN LAS EMPRESAS PRIVADAS COLOMBIANAS*. UNIVERSIDAD EAN.
- Mujica, J. F. (2009). *Análisis sobre el comportamiento inversor de la PyMEs industriales de Mar del Plata en el período 2005-2008*. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Neves, A., Teixeira, A. A. C., & Silva, S. T. (2016). Exports-R&D investment complementarity and economic performance of firms located in Portugal. *Investigacion Economica*, 75(295), 125-156. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2016.03.004>
- Nickell, S. J. (1978). *The investment decisions of firms* (1st ed.). Cambridge University Press.
- Novick, M., Roitter, S., & Erbes, A. (2003). Empleo y organización del trabajo en el marco de la difusión de TIC en la industria manufacturera Argentina. *Sexto Congreso Nacional de Estudios del Trabajo*, 27.
- Novick, M., Rojo, S., Castillo, V., Tumini, L., & Breard, G. (2013). Nuevas actividades económicas surgidas a partir del paradigma TIC: el sector del software y los servicios de call center. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 247-287). CEPAL.
- Novick, M., & Rotondo, S. (2013). *El desafío de las TIC en Argentina* (1.^a ed.). Naciones Unidas.
- Novick, M., Rotondo, S., & Yoguel, G. (2013). Cambio estructural, conductas tecnológicas y empleo. El tránsito hacia un estudio más complejo de las TIC en la Argentina. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina. Crear capacidades para la generación de empleo*. (pp. 17-41). CEPAL.
- OECD. (2004). *The Economic impact of ICT: measurement, evidence and implications*. <https://doi.org/10.1787/9789264026780-5-en>
- Oliveira, T., & Martins, M. F. (2011). Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14(1), 110-121.
- Parker, C. M., & Castleman, T. (2007). New directions for research on SME-eBusiness:

- insights from an analysis of journal articles from 2003 to 2006. *Journal of Information Systems*, 1(1-2), 21-40.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(1984), 343-373.
- Peirano, F., & Suárez, D. (2006). TICs y empresas: propuestas conceptuales para la generación de indicadores para la sociedad de la información. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 3(2), 123-141.
- Peirano, F., & Suárez, D. (2005). Las TICs mejoran el desempeño de las PyMEs. ¿Somos capaces de explicar cómo lo hacen? *Simpósio sobre la Sociedad de la Información*, 1-19.
- Pérez, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. En E. S. Reinert (Ed.), *Globalization, economic development and inequality: An alternative perspective* (pp. 217-242). Edward Elgar Publishing Limited.
- Pérez, C. (2010). Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: *Revista Cepal*, 100, 123-145.
- Polder, M., Leeuwen, G. van, Mohnen, P., & Raymond, W. (2010). Product, Process and Organizational Innovation: Drivers, Complementarity and Productivity Effects. En *Scientific Series* (N.º 28; Scientific Series). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1626805>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing* (4.2.1). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Ramos, A. (1995). *Hacia la calidad total: La difusión de las normas ISO de la serie 9000 en la industria argentina*. CEPAL.
- Relich, M. (2017). The impact of ICT on labor productivity in the EU. *Information Technology for Development*, 23(4), 706-722. <https://doi.org/10.1080/02681102.2017.1336071>
- Rivas, D., & Stumpo, G. (2013). Las TIC en el tejido productivo de América Latina. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina: crear capacidades para la generación de empleo* (pp. 43-77). CEPAL.
- Rotondo, S., Breard, G., & Yoguel, G. (2013). Uso y difusión de las TIC en el tejido empresarial argentino: resultados de una encuesta en los sectores de la industria, el comercio y los servicios. En M. Novick & S. Rotondo (Eds.), *El desafío de las TIC en Argentina. Crear capacidades para la generación de empleo*. (pp. 137-180).

CEPAL.

- Rovira, S., Santoleri, P., & Stumpo, G. (2013). Incorporación de TIC en el sector productivo: uso y desuso de las políticas públicas para favorecer su difusión. En S. Rovira & G. Stumpo (Eds.), *Entre mitos y realidades. TIC, políticas públicas y desarrollo productivo en América Latina* (pp. 17-53). CEPAL.
- Sarbu, M. (2014). *Software, Firm Performance and Work Organisation: An Empirical Analysis*. Universidad Des Saarlandes.
- Shin, N. (2009). Information technology and diversification: how their relationship affects firm performance. *International Journal of e-Collaboration (IJeC)*, 5(1), 69-83.
- Skorupinska, A., & Torrent-Sellens, J. (2017). ICT, Innovation and Productivity: Evidence Based on Eastern European Manufacturing Companies. *Journal of the Knowledge Economy*, 8(2), 768-788. <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0441-1>
- Soler Calvo, J. (2019). *How ICT Introduction Is Changing Processes in Manufacturing SMEs* [Universidad de Valladolid.]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38697>
- Stock, J. H., & Watson, M. M. (2012). *Introducción a la Econometría* (3rd.). Pearson.
- Taştan, H., & Gönel, F. (2020). ICT labor, software usage, and productivity: firm-level evidence from Turkey. *Journal of Productivity Analysis*, 53(2), 265-285. <https://doi.org/10.1007/s11123-020-00573-x>
- Thong, J. Y. L. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187-214. <https://doi.org/10.1080/07421222.1999.11518227>
- Thong, J. Y. L. (2001). Resource constraints and information systems implementation in Singaporean small businesses. *Omega*, 29(2), 143-156. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(00\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(00)00035-9)
- Tigre, P. B., & Marques, F. S. (2009). Desafíos y oportunidades de la industria del software. En *Cepal Review* (1st.). CEPAL-Mayol Ediciones S.A. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/1989>
- Vaumi, A. T., Leudjou, R., & Faha, C. P. C. (2021). *Adoption and Impact of ICT on Labour Productivity in Africa: Evidence from Cross-Country Firm-Level Data* (N.º 449; Bringing Rigour and Evidence to Economic Policy Making in Africa). African Economic Research Consortium.
- Vera, Á. B. (2006). Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC. *Capic Review*, 4, 16.

- Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics* (2nd.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Waters, J. (2017). Determinants of initial technology adoption and intensification: evidence from Latin America and the Caribbean. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(4), 334-352. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1196970>
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introductory Econometrics. A Modern Approach* (4th ed.). South-Western Cengage Learning.
- Wooldridge, J. M. (2012). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). The MIT Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv5rdzwc.1>
- Wu, J.-H., & Wang, Y.-M. (2007). Measuring ERP success: The key-users' viewpoint of the ERP to produce a viable IS in the organization. *Computers in Human behavior*, 23(3), 1582-1596.
- Yoguel, G., & Boscherini, F. (1996). *La capacidad innovativa y el fortalecimiento de la competitividad de las firmas: el caso de las Pymes argentinas* (DOCUMENTO DE TRABAJO N° 71). <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/4220/lcbuel154.pdf>
- Yoguel, G., Novick, M., Milesi, D., & Borello, J. (2004). Información y conocimiento: La difusión de las TIC en la industria manufacturera argentina. *Revista de la CEPAL, Abril*(82), 139-156. <https://doi.org/10.18356/d7e97744-es>
- Youssef, A. Ben, Castillo Merino, D., & Hadhri, W. (2012). Determinants of Intra-firm diffusion process of ICT: theoretical sources and empirical evidence from Catalan firms. En S. Allegrezza & A. Dubrocard (Eds.), *Internet Econometrics* (1st ed., pp. 288-313). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230364226>
- Youssef, A. Ben, Hadhri, W., & M'Henni, H. (2011). Intra-Firm Diffusion of Innovation: Evidence from Tunisian SMEs Regarding Information and Communication Technologies. *Middle East Development Journal*, 3(1), 75-97. <https://doi.org/10.1142/s1793812011000338>
- Zhen-Wei Qiang, C., Clarke, G. R., & Halewood, N. (2006). The role of ICT in Doing Business. En *Information and Communications for Development. Global Trends and Policies*. (pp. 57-85). World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6346-1>
- Zou, T., Ertug, G., & George, G. (2018). The capacity to innovate: a meta-analysis of absorptive capacity. *Innovation: Organization and Management*, 20(2), 87-121. <https://doi.org/10.1080/14479338.2018.1428105>

Anexos

Anexo 1. Contenidos complementarios al marco teórico

Tabla 21. Perspectivas teóricas sobre incorporación de TIC a nivel firma

Enfoque	Trabajos
Difusión de nuevas tecnologías	Baptista (2000), Battisti (2000), Battisti & Stoneman (2003), Battisti et al. (2007), Battisti et al. (2009), Breard & Yoguel (2013), Findik & Tansel (2015), Gómez et al. (2012), Grazzi & Jung (2019), Haller & Siedschlag (2011), Karshenas & Stoneman (1993, 1995), Khalifa (2022), Lucchetti & Sterlacchini (2004), Waters (2017)
Difusión de nuevas tecnologías - otros enfoques (complementariedad, neo-schumpeteriano)	Gallego et al. (2014), Hollenstein (2004), Youssef et al. (2011), Youssef et al. (2012)
Tecnología Organización Entorno (TOE) - Difusión de Innovación (DOI)	Giotopoulos et al. (2017), Thong (1999), Vaumi et al. (2021)
Evolucionista	Molina et al. (2013), Novick et al. (2003), Yoguel et al. (2004)
Otros enfoques	Alderete et al. (2017), Brambilla & Tortarolo (2018), Burke (2005), Daniel & Grimshaw (2002), Jones et al. (2016), Kawakami et al. (2014), Skorupinska & Torrent-Sellens (2017)
Categorías propias de agrupación	Bayo-Moriones & Lera-López (2007), Fabiani et al. (2005), Galliano et al. (2001), García-Moreno et al. (2018)
No distinguen	Alderete et al. (2014), Basant et al. (2006), Botello-Peñaloza & Pedraza-Avella (2015), Cirera et al. (2016), Dewan et al. (1998), Hall et al. (2013), Hidalgo & López (2009), León-García et al. (2018), Shin (2009), Zhen-Wei Qiang et al. (2006)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Literatura empírica sobre factores asociados a la adopción de TIC

Dimensión	Variable	Relación	País/Región	Autores
			ALC	Grazzi & Jung (2019)
			África subsahariana	Cirera et al. (2016)
			Argentina	Alderete et al. (2014)
			Argentina	Alderete et al. (2017)
			Argentina	Brambilla & Tortarolo (2018)
	Capacidades acumuladas (esfuerzos de innovación y calificación)	+	Argentina	Breard & Yoguel (2013)
			Argentina	Jones et al. (2016)
			Argentina	Molina et al. (2013)
			Argentina	Novick et al. (2003)
			Argentina	Yoguel et al. (2004)
			Brasil	Basant et al. (2006)
			Colombia	Gallego et al. (2014)
			Ecuador	Botello-Peñaloza & Pedraza-Avella (2015)

			EE.UU/Europa	Hidalgo & López (2009)
			España	Bayo-Moriones & Lera-López (2007)
			España	Gómez et al. (2012)
			España	Youssef et al. (2012)
			Europa	García-Moreno et al. (2018)
			Europa del este	Skorupinska & Torrent-Sellens (2017)
			Grecia	Giotopoulos et al. (2017)
			Irlanda	Haller & Siedschlag (2011)
			Italia	Fabiani et al. (2005)
			Italia	Lucchetti & Sterlacchini (2004)
			Japón	Kawakami et al. (2014)
			Reino Unido	Battisti (2000)
			Reino Unido	Battisti et al. (2007)
			Reino Unido	Battisti et al. (2009)
			Suiza	Battisti et al. (2007)
			Suiza	Hollenstein (2004)
			Túnez	Khalifa (2022)
			Turquía	Findik & Tansel (2015)
			África subsahariana	Cirera et al. (2016)
Gestión de la calidad	+		España	Bayo-Moriones & Lera-López (2007)
			Francia	Galliano et al. (2001)
			Reino Unido/Suiza	Battisti et al. (2007)
			ALC	Grazzi & Jung (2019)
			ALC	Waters (2017)
			Colombia	Gallego et al. (2014)
			España	Bayo-Moriones & Lera-López (2007)
			España	Gómez et al. (2012)
Comportamiento exportador	+		Europa	García-Moreno et al. (2018)
			Irlanda	Haller & Siedschlag (2011)
			Italia	Fabiani et al. (2005)
			Italia	Lucchetti & Sterlacchini (2004)
			Suiza	Hollenstein (2004)
			Turquía	Findik & Tansel (2015)
			EE.UU.	Dewan et al. (1998)
Diversificación	+		Esp./Fra. (país Vasco)	León García et al. (2018)
			Mundial	Shin (2009)
			África	Vaumi et al. (2021)
			África subsahariana	Cirera et al. (2016)
			ALC	Grazzi & Jung (2019)
			ALC	Waters (2017)
			Argentina	Brambilla & Tortarolo (2018)
			Argentina	Breard & Yoguel (2013)
			Argentina	Yoguel et al. (2004)
			Asia	Thong (1999)
			Brasil/India	Basant et al. (2006)
			Colombia	Gallego et al. (2014)
			Ecuador	Botello-Peñaloza & Pedraza-Avella (2015)
Estructurales		Tamaño		

		EE. UU.	Burke (2005)
		EE.UU/Europa	Hidalgo & López (2009)
		España	Gómez et al. (2012)
		España	Youssef et al. (2012)
		Europa	García-Moreno et al. (2018)
		Francia	Galliano et al. (2001)
		Italia	Fabiani et al. (2005)
		Italia	Hall et al. (2013)
		Italia	Lucchetti & Sterlacchini (2004)
		Reino Unido	Baptista (2000)
		Reino Unido	Karshenas & Stoneman (1993)
		Suiza	Hollenstein (2004)
		Túnez	Khalifa (2022)
		Túnez	Youssef et al. (2011)
		Turquía	Findik & Tansel (2015)
		España	Bayo-Moriones & Lera-López (2007)
	-	Irlanda	Haller & Siedschlag (2011)
		Reino Unido	Daniel & Grimshaw (2002)
		56 PD y PeD	Zhen-Wei Qiang et al. (2006)
		ALC	Grazzi & Jung (2019)
Sector	+	Ecuador	Botello-Peñaloza & Pedraza-Avella (2015)
		EE. UU.	Burke (2005)
		Irlanda	Haller & Siedschlag (2011)
		Italia	Lucchetti & Sterlacchini (2004)

Nota: ALC: América Latina y el Caribe, PD: Países Desarrollados, PeD: Países en Desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

Otros factores: pertenencia a un grupo económico y origen del capital⁷⁴

Otros de los factores que se pueden clasificar dentro de los estructurales son la pertenencia a un grupo económico y el origen del capital.

Grupo económico. En la literatura sobre TIC se destaca a la pertenencia a un grupo económico como otro factor estructural que puede vincularse –directa e inversamente– con su adopción (Breard & Yoguel, 2013). Por un lado, la relación directa se explica por la posibilidad de contar con respaldo financiero y técnico para absorber los costos y los

⁷⁴ Otros factores relevantes en la literatura revisada son la edad y las características del mánager. La edad es uno de los factores más frecuentes en los estudios sobre TIC (Corrocher & Fontana, 2008; Karshenas & Stoneman, 1995) ya que refleja de forma aproximada la experiencia de la empresa. Desde el enfoque de Karshenas & Stoneman (1993) constituye, junto con el tamaño, el *rank effect*. Aun cuando se incorporó en diversas especificaciones de los modelos, en ninguno de los casos fue significativo estadísticamente. Otro de los factores que ha tomado relevancia en el presente siglo son las características del mánager, desde sus conocimientos y capacidades hasta su percepción acerca de la tecnología (ver Brambilla & Tortarolo, 2018; Grandon & Pearson, 2004; García-Moreno et al., 2018; Giotopoulos et al., 2017 para aplicaciones en Argentina, EE. UU., Europa y Grecia). Si bien es interesante incorporar este efecto, no se cuentan con datos para abordarlo.

riesgos asociados a la incorporación de tecnologías en la empresa (Battisti, 2000; Youssef et al., 2011). Por otro, la relación inversa surge de argumentar que las firmas independientes pueden tener más flexibilidad para la toma de decisiones sobre adopción de nuevas tecnologías (Baptista, 2000; Khalifa, 2016). En el plano empírico, varios trabajos encuentran evidencia a favor de una relación directa entre pertenencia a un grupo y adopción de TIC (Alderete et al., 2014; Battisti, 2000; Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Botello Peñaloza & Pedraza Avella, 2015; Brambilla & Tortarolo, 2018; Galliano et al., 2001; Youssef et al., 2012), con la excepción de Lucchetti & Sterlacchini (2004) que identifican el resultado contrario.

Origen del capital. Otra variable que suele tomarse en cuenta al estudiar la adopción de TIC es la configuración del capital, es decir, si es nacional o tiene participación extranjera (Breard & Yoguel, 2013). La idea es que la presencia de capitales foráneos en la empresa puede recoger los efectos del conocimiento internacional y estimular la adopción (Findik & Tansel, 2015; Grazzi & Jung, 2016) o incluso si es multinacional o subsidiaria en un país en desarrollo puede verse forzada a adoptar tecnologías para integrarse mejor a la red y alcanzar los estándares de calidad propuestos por la casa matriz (Galliano et al., 2001). Algunos trabajos para África, América Latina y Europa muestran evidencia a favor de una relación positiva entre la presencia de capital extranjero y el incentivo a invertir en TIC (Basant et al., 2006; Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Brambilla & Tortarolo, 2018; Breard & Yoguel, 2013; Cirera et al., 2016; Findik & Tansel, 2015; Gallego et al., 2014; Gómez et al., 2012; Grazzi & Jung, 2016), mientras que Gallego et al. (2014) para una de las medidas TIC y Waters (2017) encuentran el resultado opuesto.

De acuerdo con esta discusión, se presenta en el Anexo 3 una especificación alternativa al modelo *logit* que incluye estos factores. Cabe aclarar que no están incluidos en los modelos finales debido a los criterios de selección utilizados.

Anexo 2. Script de R. ACM y estimación modelos de regresión

```
#ACM
base1 = base[, c("uso", "innova", "exporta", "dp", "tamaño", "certifica", "calif_med",
"sector", "grado", "invierte")]
base1 = base[, c("uso", "innova", "exporta", "dp", "tamaño", "certifica", "calif_med",
"rama_agrup", "grado", "invierte")]
sapply(base1, function(x) sum(is.na(x)))
cats1 = apply(base1, 2, function(x) nlevels(as.factor(x)))
mca1 = MCA(base1, graph = FALSE)
mca1
mca1$eig
grp2 <- as.factor(base1[, "grado"])
Variable2 = rep(names(cats1), cats1)
fviz_mca_biplot(mca1, label="var", col.var = Variable2,
alpha.ind = 0.17,
habillage=grp2,
addEllipses=TRUE, ellipse.level=0.50) +
scale_colour_discrete(name= "Variable") +
theme_minimal()
#Modelo logit
mod_logit<- glm(grado ~ gasto+factor(tamaño)+factor(sector)+procedimientos+calif,
family="binomial")
summary(mod_logit)
#Modelo lognormal
mod_lognormal<- glm(areas ~
gasto+factor(tamaño)+factor(sector)+procedimientos+calif, family= poisson())
cov.lognormal<- vcovHC(mod_lognormal, type="HC0")
cov.lognormal
std.err<- sqrt(diag(cov.lognormal))
r.est<- cbind(Estimate= coef(mod_lognormal), "Robust SE" = std.err,
"Pr(>|z|)" = 2 * pnorm(abs(coef(mod_lognormal)/std.err), lower.tail=FALSE),
LL = coef(mod_lognormal) - 1.96 * std.err,
UL = coef(mod_lognormal) + 1.96 * std.err)
```

```
r.est
scale(r.est)
#Modelo biprobit
grado.eq<- grado ~ factor(tamaño)+factor(sector)+invierte+gasto+calif
inn.eq<- innova ~ factor(tamaño)+factor(sector)+invierte+gasto+calif
f.list<- list(grado.eq, inn.eq)
mr<- c("probit", "probit")
bvp<- gjrm(f.list, data=cfi1, Model= "B", margins = mr)
summary(bvp)
```

Anexo 3. Estimaciones econométricas adicionales

Tabla 23. Especificación alternativa al modelo *logit*

	Modelo logit	Especificación alternativa⁷⁵
Intercepto	-2.80*** (0.40)	-2.80*** (0.40)
gasta	0.82** (0.30)	0.82** (0.30)
calif	0.016* (0.007)	0.016* (0.007)
procedimientos: Sí	0.96** (0.32)	0.95** (0.32)
tamaño: Pequeña	0.74* (0.34)	0.72* (0.34)
tamaño: Mediana	2.05*** (0.56)	1.86** (0.60)
sector: Intensivo en trabajo	1.34*** (0.40)	1.34*** (0.40)
sector: Intensivo en I+D	1.83*** (0.48)	1.81*** (0.48)
sector: Intensivo en escala	0.61 (0.42)	0.63 (0.42)
grupo: Sí		0.44 (0.72)
origen: Sí		0.16 (1.35)
AIC	299.37	302.64
BIC	331.72	342.10
Log verosimilitud	-140.68	-140.32
Desviación	281.37	280.64
Sensibilidad	63.2%	61.5%
Especificidad	80.3%	78.9%
Área ROC	0.718	0.702
Num. obs.	269	267

Fuente: Elaboración propia.

⁷⁵ En la muestra no se pueden captar estos efectos porque son pocas las empresas que pertenecen a un grupo económico (7,9%) y entre ellas predominan las pesqueras. En el caso del origen, solamente un 2,1% de las empresas cuenta con participación extranjera en su capital.

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05

Tabla 24. Robustez del modelo *logit*

	Original	Sin gasto	Sin calif	Sin procedimientos
Intercepto	-2.80*** (0.40)	-2.39*** (0.36)	-2.26*** (0.34)	-2.69*** (0.39)
gasta: Sí	0.82** (0.30)		0.85** (0.29)	0.91** (0.29)
calif	0.016* (0.007)	0.018** (0.007)		0.019** (0.007)
procedimientos: Sí	0.96** (0.32)	1.06*** (0.31)	1.21*** (0.30)	
tamaño: Pequeña	0.74* (0.34)	0.79* (0.33)	0.40 (0.31)	0.95** (0.33)
tamaño: Mediana	2.05*** (0.56)	2.11*** (0.55)	1.60** (0.53)	2.54*** (0.52)
sector: Intensivo en trabajo	1.34*** (0.40)	1.23** (0.39)	1.31*** (0.37)	1.28*** (0.39)
sector: Intensivo en I+D	1.83*** (0.48)	1.78*** (0.46)	1.90*** (0.45)	1.91*** (0.46)
sector: Intensivo en escala	0.61 (0.42)	0.55 (0.42)	0.74 (0.38)	0.70 (0.41)
AIC	299.37	304.78	320.42	306.57
BIC	331.72	333.53	349.50	335.33
Log Likelihood	-140.68	-144.39	-152.21	-145.29
Deviance	281.37	288.78	304.42	290.57
Num. obs.	269	269	280	269

Fuente: Elaboración propia.

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05

Modelo	Desviación	LRT	Valor p (χ^2)
Original	281,37		
Sin gasto	288,78	7,41	0,006
Sin calif	287,56	6,2	0,012
Sin procedimientos	290,57	9,21	0,002
Sin tamaño	297,33	15,96	0,0003
Sin sector	302,26	20,89	0,0001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Robustez del modelo *log-normal*

	Original	Sin gasto	Sin calif	Sin procedimientos
Intercepto	-0.54 ^{***} (0.14)	-0.43 ^{***} (0.13)	-0.42 ^{**} (0.13)	-0.52 ^{***} (0.14)
gasta: Sí	0.25 [*] (0.11)		0.28 [*] (0.11)	0.28 [*] (0.11)
calif	0.0046 [*] (0.002)	0.005 [*] (0.002)		0.005 [*] (0.002)
procedimientos: Sí	0.26 [*] (0.12)	0.29 [*] (0.12)	0.35 ^{**} (0.12)	
tamaño: Pequeña	0.32 ^{**} (0.12)	0.35 ^{**} (0.12)	0.23 [*] (0.12)	0.39 ^{**} (0.12)
tamaño: Mediana	0.54 ^{**} (0.17)	0.57 ^{***} (0.17)	0.43 ^{**} (0.16)	0.70 ^{***} (0.15)
sector: Intensivo en trabajo	0.40 ^{**} (0.15)	0.38 ^{**} (0.15)	0.41 ^{**} (0.14)	0.40 ^{**} (0.15)
sector: Intensivo en I+D	0.47 ^{**} (0.16)	0.46 ^{**} (0.16)	0.49 ^{**} (0.15)	0.51 ^{**} (0.16)
sector: Intensivo en escala	0.23 (0.15)	0.22 (0.15)	0.26 (0.14)	0.25 (0.15)
AIC	714.51	717.28	749.74	716.94
BIC	746.86	746.04	778.82	745.70
Log Likelihood	-348.25	-350.64	-366.87	-350.47
Deviance	200.34	205.11	219.13	204.77
Num. obs.	269	269	280	269

Fuente: Elaboración propia.

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05

Modelo	Desviación	LRT	Valor p (χ^2)
Original	200,34		
Sin gasto	205,11	4,77	0,03
Sin calif	204,62	4,29	0,04
Sin procedimientos	204,77	4,43	0,04
Sin tamaño	212,26	11,93	0,003
Sin sector	211,7	11,36	0,009

Fuente: Elaboración propia.