

VÍNCULO ENTRE LAS TICS Y LAS EXPORTACIONES EN LA MANUFACTURA COLOMBIANA

Andrés Mauricio Gomez-Sanchez¹

Universidad Del Cauca.

amgomez@unicauca.edu.co

Juan Antonio Mañez Castillejo²

Universidad de Valencia

Juan.A.Manez@uv.es

Juan Alberto Sanchis-Llopis³

Universidad de Valencia

Juan.A.Sanchis@uv.es

Resumen

El objetivo de este documento es estudiar la influencia de las TIC en las actividades de exportación de las empresas utilizando micro datos para la industria manufacturera colombiana. Al hacerlo, prestamos especial atención a la decisión de exportación de la empresa (propensión) y a su desempeño en los mercados de comercio internacional (intensidad). Inicialmente consideramos un modelo Tobit II-Heckman para tratar el problema de selección, pero debido a la insignificancia de la relación inversa de Mills, asumimos un proceso no correlacionado estimando ambas ecuaciones por separado a través de un modelo probit de efectos aleatorios para la propensión y un Modelo Lineal Generalizado (GLM) para la intensidad. Nuestros principales resultados sugieren que los impactos de las tecnologías de la información en la propensión a la exportación siempre son positivos independientemente de las TIC analizadas, mientras que su influencia en la intensidad de las exportaciones también es positiva, pero discrecional.

Abstract

The aim of this investigation is to study the influence of ICT on firms' export activities using micro-level data for the Colombian manufacturing industry. In doing so, we pay special attention to the firm's export decision (propensity) and to their performance on international trade markets (intensity). Initially we consider a Tobit II-Heckman framework to deal with the selection problem, but due to the insignificance of Inverse Mills ratio, we assume an uncorrelated process and then we estimate both equations by separated using a random effects *probit* model for propensity and a Generalized Linear Model (GLM) for intensity. Our main results suggest that the impacts of information technologies on export propensity are always positive regardless the ICT analysed, while their influence on export intensity is also positive but discretionary.

Palabras clave: TICs, Exportaciones, Costos Hundidos, Persistencia, Efectos Cruzados.

Keywords: ICTs, Exporting, Sunk Costs, Persistence, Cross effects.

¹ Magister en economía aplicada. Candidato a PhD. En Economía Industrial. Docente e investigador.

² PhD. en organización industrial. Docente e investigador.

³ PhD. en organización industrial. Docente e investigador.

1. INTRODUCTION

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son el conjunto de equipos informáticos, medios de comunicación, software y sistemas de redes informáticas utilizados para administrar, procesar, almacenar y transmitir información para cualquier persona, organización o empresa. Las TIC tienen un efecto importante en nuestras sociedades, ya que han cambiado la forma en que las personas viven e interactúan y cómo las empresas producen bienes y servicios. En efecto, las TIC influyen en aspectos clave de las empresas, como la producción (Böckerman et al., 2019) a través de la *e-banking* (Pezderka et al., 2012) o *e-marketing* (Eden y Gaggl, 2014), y las actividades de exportación e importación (*e-commerce*) (Terzi, 2011; Xing, 2018), entre otros.

La mayoría de los estudios en países desarrollados y en desarrollo investigan la relación entre las TIC y la productividad de la empresa o el vínculo entre las TIC y la innovación (Cordelia, 2006). Sin embargo, el análisis de la influencia de las TIC en las estrategias de internacionalización es bastante reciente, tanto en las economías desarrolladas como en las emergentes, especialmente para la exportación (Añon y Bonvin, 2019; Hagsten y Kotnik, 2017). En América Latina este tema apenas se explora, y hasta donde sabemos, solo hay un estudio en esta dirección llevado a cabo por Mathews y Bianchi (2010) para Chile. Vale la pena mencionar que en Colombia este tema permanece sin explorar.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) subrayó que algunas de las causas principales detrás de la lenta internacionalización de las empresas latinoamericanas son: la falta de información sobre mercados extranjeros, barreras comerciales y no comerciales, y conexiones de red inadecuadas, (Ueki et al., 2005). Sin embargo, Parker y Castleman (2007) o Higón (2012) consideran que la adopción y el uso de las TIC son clave para la supervivencia de las empresas en la economía globalizada actual, independientemente del país donde se encuentren las empresas. En esta línea, Mathews y Bianchi (2010), descubren que las TIC juegan un papel importante en el proceso de exportación de las empresas chilenas. Por lo tanto, incluso en el caso de las economías emergentes, la adopción de las TIC por parte de las empresas podría permitir reducir la brecha tecnológica con los competidores locales y extranjeros.

En el caso de Colombia, consideramos que las empresas manufactureras se han incorporado gradualmente en los mercados internacionales a través de la adopción de las TIC, especialmente las PYME en la última década. Esta hipótesis es apoyada por varios hechos empíricos. En primer lugar, existe una fuerte correlación entre el aumento de las importaciones y exportaciones en la manufactura colombiana y el uso de las TIC. En segundo lugar, Colombia es la cuarta economía más grande de América Latina (después de Brasil, Argentina y México) y ha iniciado acuerdos comerciales con Estados Unidos, la Unión Europea y China en el nuevo milenio. Adicionalmente, el

Ministerio de las TIC se creó en 2009 para promover la competitividad empresarial y ayudar a la adopción masiva de las TIC por parte de las empresas (especialmente las PYME). El ministerio ha estado invirtiendo alrededor de US \$ 300 millones en promedio por año en la última década, lo que representa alrededor del 1% del PIB colombiano.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las PYME representan más del 91% del total de las empresas manufactureras, y en los últimos años el 99.5% ha estado utilizando las TIC (como computadoras e internet), y el 72.4% tiene un sitio web. Esta intensificación de las TIC ha representado una reducción del 10% en los costos de las empresas y un aumento similar en las ventas. Finalmente, la evidencia preliminar de la competitividad de las empresas colombianas (no exclusivamente en el comercio internacional) sugiere un vínculo positivo entre el uso de las TIC y la internacionalización de las empresas (Escandon y Hurtado, 2017). Todo ello proporciona argumentos para esperar que la inversión en TIC esté facilitando las exportaciones de las empresas manufactureras colombianas.

En este sentido, el objetivo de este capítulo es examinar si las TIC afectan la actividad exportadora de las empresas en la industria manufacturera colombiana. Específicamente, nos enfocamos tanto en la propensión como en los procesos de intensidad para vender en el extranjero. La relación entre las TIC y la exportación podría explicarse por dos canales. Uno directo, que sugiere que las empresas utilizan las TIC básicas para establecer relaciones comerciales con sus clientes. Por ejemplo, el uso de extranet sirve para compartir la información interna de la empresa con los clientes, el uso de Internet reduce los costos de transacción para encontrar también clientes, o tener un sitio web reduce la incertidumbre entre los comerciantes (Añon y Bonvin, 2019). Además, cuando una empresa utiliza TICs más avanzadas, como el comercio electrónico, permite transacciones más fluidas en el extranjero (Laudon et al., 2016). De otro lado, el canal indirecto opera a través del enlace entre exportaciones e importaciones. Es decir, si las empresas utilizan las TIC para sus actividades de importación (para encontrar proveedores, contactarlos, compartir información o comprar en el extranjero), esto podría proporcionarles una experiencia que facilitaría sus actividades de exportación posteriores.

Para el ejercicio empírico utilizamos información a nivel de empresa para Colombia. Estos datos se obtienen fusionando tres bases de datos. La Encuesta anual de fabricación (EAM), la Encuesta de desarrollo tecnológico e innovación (EDIT) y la Encuesta anual de fabricación de TIC (EAM-TIC). Todos estos conjuntos de datos son publicados por el DANE cubren cuatro versiones, de 2013 a 2016. Para estudiar el efecto de las TIC en la propensión a exportar, estimamos un modelo probit de efectos aleatorios y para la intensidad de exportación utilizamos un modelo lineal generalizado (GLM) (similar a Hagsten y Kotnik (2017) y Añon y Bonvin (2019)).

Nuestra contribución a la literatura empírica es triple. Primero, contribuimos a la escasa literatura empírica que explora el enlace TIC-exportaciones, ya que el patrón común es estudiar el enlace TIC-

productividad, en América Latina y específicamente en Colombia. En segundo lugar, en nuestras especificaciones consideramos el papel relevante de la experiencia de importación en la propensión e intensidad de exportación, teniendo en cuenta el papel de los costos hundidos y el problema de las condiciones iniciales que surge cuando la heterogeneidad individual no observada podría estar correlacionada con las decisiones de exportación preliminares. Finalmente, incluimos la depreciación de la experiencia de exportación para capturar la disminución en los costos hundidos iniciales de exportación.

Nuestros principales resultados indican que todas las TIC consideradas tienen un impacto positivo y significativo en la decisión de las empresas de exportar. Específicamente, los impactos más fuertes los obtienen las TIC que facilitan la comunicación externa de las empresas y las relacionadas con la comunicación interna de la empresa. En el caso de la intensidad de exportación, solo algunas TIC tienen un impacto significativo, como el uso de dispositivos electrónicos, fibra óptica e Internet y/o intranet. Por lo tanto, cuando las empresas operan en mercados internacionales, adoptan una estrategia mixta que combina estrategias de TIC internas y externas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Existe una amplia y diversa literatura que analiza el impacto de las TIC en el desempeño de la empresa y otros aspectos de la vida de la empresa. En particular, algunos estudios han dedicado especial atención a explorar, tanto a nivel macro como a nivel micro, el impacto de estas tecnologías en la productividad, la innovación y la competitividad.

Otros estudios exploran el efecto de las TIC en el comercio internacional de los países. Estos incluyen Rodríguez-Crespo y Martínez-Zarzoso (2019), Xing (2018), Wang y Li (2017), Yushkova (2014) y Clarke y Wallsten (2006), entre otros. El estudio realizado por Xing (2018) es diferente a los anteriores ya que considera un conjunto más amplio de medidas de TIC. Inspecciona la influencia de las TIC en el comercio bilateral entre el Norte Global y el Sur Global, utilizando como representantes de las tecnologías de la información el uso del teléfono, el teléfono celular y la banda ancha, Internet, B2B y B2C. Para los 51 países desarrollados y en desarrollo analizados (solo Brasil está incluido para América Latina), el uso de las TIC modernas, como el comercio electrónico, aumenta los flujos comerciales cuando la dirección comercial es de Sur a Norte, pero no hay evidencia en la dirección opuesta. En la misma línea, pero con una muestra mayor (152 países desarrollados y países en desarrollo), Wang y Li (2017) investigan si los diferentes niveles de TIC (internet y banda ancha) en los países analizados fomentan la ventaja comparativa en el comercio internacional. Utilizan información de comercio bilateral. Sus resultados sugieren que los países con TIC más avanzadas tienen una ventaja comparativa en industrias con actividades intensivas de I+D.

La investigación realizada por Yushkova (2014) se estima el impacto del uso de internet con fines comerciales en las exportaciones de 40 países (incluido Brasil). Los resultados muestran un efecto positivo en los niveles de exportación de productos de tecnología alta y media-alta. Finalmente, Clarke y Wallsten (2006) investigan el efecto de la penetración de internet en las exportaciones que van de los países en desarrollo a los desarrollados, tratando con la potencial endogeneidad del uso de internet. El estudio incluye datos transversales de 98 países desarrollados y en desarrollo (incluidos algunos países latinoamericanos como Colombia). El resultado principal es que internet afecta positivamente las exportaciones cuando la dirección del comercio es de países en desarrollo a países desarrollados, pero no encuentran impacto en el comercio entre países de altos ingresos. Finalmente, en el caso de las economías emergentes, Ahmad et al. (2011) estudian la influencia de las TIC (suscriptores telefónicos, computadoras personales y usuarios de Internet) en el comercio internacional de Malasia con 36 países. Sus resultados sugieren que el desarrollo de la infraestructura de las TIC fomenta los niveles de exportaciones para este país.

Entre las investigaciones a nivel micro, la literatura reciente incluye Grazzi et al. (2016), Hall et al. (2013), Higón (2012) y Añón Higón y Driffield (2011). Algunos se centran en establecer un vínculo entre las TIC y las exportaciones a nivel de empresa (Añón y Bonvin, 2019; Hagsten y Kotnik, 2017; Hagsten, 2015). Según Añón y Bonvin (2019), el hecho de que los modelos solo usen un indicador de TIC (generalmente conexión a Internet) podría implicar algunas limitaciones, ya que el impacto de las TIC encontrado puede verse distorsionado dado que la conexión a Internet podría no capturar todas las capacidades de comunicación de la empresa. Las diferencias encontradas entre estos estudios provienen básicamente de la muestra considerada, el método de estimación utilizado y algunas variantes que se incluyen para diferenciar de estudios anteriores, por ejemplo, el desglose por diferencias en el grado de conocimiento o ingreso entre países o el grado de producto sofisticación en el comercio.

Existen varias investigaciones para países emergentes en África. Chowdhury y Wolf (2003) encontraron que las TIC no fomentaron las exportaciones ni la productividad en Kenia, Tanzania y Uganda. Por el contrario, Hinson y Sorensen (2006) para Ghana y Lal (2004) encontraron para India que mientras más exportadores se involucran en actividades de comercio electrónico, más internacionalizados están. Además, Makanyeza y Ndlovu (2016) investigan para Zimbabwe, la relación entre las exportaciones de las Pyme y las tres dimensiones de las TIC asociadas a la inteligencia, el marketing y la construcción de capacidades de relación. Sus resultados indican que solo construir capacidades de relación tiene un impacto positivo y significativo en el desempeño de las exportaciones para las Pymes.

3. DATA

Para determinar el impacto de las TIC en el comercio internacional, utilizamos tres bases de datos publicadas por el Departamento de Estadísticas Administrativas Nacionales de Colombia (DANE), de 2013 a 2016. Primero, obtenemos la productividad de la empresa, los estatus de importación/exportación y otras características de las empresas utilizando la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). En segundo lugar, la inversión en actividades de I+D y otras variables de innovación provienen de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación (EDIT). Finalmente, la información de las TIC se obtiene de la Encuesta Anual de Manufactura de TIC (EAM-TIC).

Después de fusionar cuatro versiones de la EAM y EAM-TIC (2013-2016) con dos versiones de la EDIT (EDIT VII, 2013-2014 y EDIT VIII, 2015-2016) obtenemos un panel de datos no balanceados de cuatro años (2013-2016) con 30,381 observaciones correspondientes a 10.094 empresas. El panel es desbalanceado debido a la existencia de observaciones faltantes en variables críticas. La muestra final que utilizamos está compuesta por empresas que proporcionan información para todos los períodos analizados en variables clave, como producción, número de trabajadores, I+D, exportaciones, importaciones y TIC.

4. PATRONES DE LAS TICs

A continuación nos enfocamos en el comercio internacional de las empresas y los patrones de las TIC. Las variables TIC de las empresas son capturadas por un conjunto de variables dicotómicas (reportadas en la encuesta EAM-TIC). En particular, estas son cinco: el uso de dispositivos electrónicos, fibra óptica, el uso de intra y extranet, otros usos diferentes de Internet y la conexión a Internet con LAN de banda ancha. Específicamente, los dispositivos electrónicos incluyen computadoras, computadoras portátiles, tabletas, teléfonos celulares, asistentes digitales personales (PDA) y dispositivos móviles de captura. La fibra óptica es la comunicación que permite a las empresas transmitir información a distancias más largas y a mayores anchos de banda que los cables eléctricos. La intranet es la red privada utilizada por las empresas que utilizan la tecnología de protocolo de Internet para compartir de manera segura información, sistemas operativos o servicios informáticos dentro de una organización; y la extranet es similar pero comparte información interna con proveedores, compradores, socios, clientes o cualquier otro negocio u organización. Otros usos diferentes de Internet se refieren al envío o recepción de correos electrónicos, búsqueda de información sobre bienes y servicios, agencias y autoridades oficiales, banca electrónica y otros servicios financieros. También se refiere a transacciones con agencias gubernamentales, servicio al cliente, distribución de productos en línea (entrega de productos o servicios a través de Internet), capacitación del personal, contratación interna o externa, el uso de aplicaciones para llamadas telefónicas o el uso de videoconferencias. Finalmente, la conexión a Internet de banda ancha y LAN se define como el uso de internet en una o más computadoras dentro de un alcance pequeño y limitado y con una velocidad de conexión intermedia (entre 2 y 10 Mbps).

Por lo tanto, no nos centramos en las medidas tradicionales de TICs utilizadas en la mayoría de los estudios anteriores, como tener una conexión a Internet o un sitio web, dado que estas tecnologías de la información son muy comunes y genéricas en las organizaciones o empresas actuales. Por el contrario, estamos más interesados en aquellas TIC que contribuyen a ganar eficiencia en la transmisión de información en el proceso de actividad de exportación. Por ejemplo, el uso de fibra óptica permite a las empresas la transmisión de cualquier tipo de comunicación con gran velocidad y distancia; El uso de intranet y/o extranet permite a las empresas compartir información en sus instalaciones, como documentos o informes y, lo que es más importante, compartir información fuera de la empresa con proveedores autorizados, compradores, socios, clientes o cualquier otra empresa. Finalmente, la conexión a Internet de banda ancha y LAN, generalmente utilizada por las PYME (Mo, 2016), que proliferan en la manufactura colombiana, permite a las empresas un mayor uso de internet en comparación con los tradicionales. No podemos incluir las ventas a través de *e-commerce* (una variable fuertemente relacionada con las exportaciones) ya que la encuesta EAM-TIC no distingue el uso de esta tecnología entre las ventas locales y extranjeras.

Table 1. Internationalisation strategies and ICT

	Devices	Fibopt	Intra/Extra	Int.Uses	Broadband
Total					
<i>Only-Exporter</i>	87.1%	58.0%	84.3%	42.6%	52.6%
<i>Only-Importer</i>	87.5%	58.0%	84.0%	41.2%	58.2%
<i>Two-way traders</i>	94.7%	70.2%	91.3%	57.1%	64.8%
<i>N one</i>	72.4%	49.7%	76.9%	25.1%	47.5%
PyMes					
<i>Only-Exporter</i>	85.9%	55.8%	83.3%	40.6%	51.6%
<i>Only-Importer</i>	86.7%	56.2%	83.1%	39.5%	57.6%
<i>Two-way traders</i>	92.9%	65.2%	88.9%	52.3%	62.4%
<i>N one</i>	71.8%	49.2%	76.6%	24.3%	47.0%
Grandes					
<i>Only-Exporter</i>	96.1%	74.4%	91.9%	57.5%	60.0%
<i>Only-Importer</i>	95.2%	74.3%	91.6%	56.5%	64.4%
<i>Two-way traders</i>	97.4%	78.1%	95.2%	64.9%	68.7%
<i>None</i>	91.4%	67.5%	89.5%	53.0%	66.6%

Source: Author's calculations and DANE

La Tabla 1 muestra algunas estadísticas descriptivas de las TIC clasificadas por estrategias de comercio internacional y por tamaño (Grandes y PyMes), para la industria manufacturera colombiana. Para la industria en general (Total) las cifras muestran que, independientemente de las TIC analizadas, los comerciantes bidireccionales (*two-way traders*) son las empresas que usan las

TIC con mayor intensidad. Así, el 94.7% y el 91.3% usan dispositivos electrónicos y extra/intranet, respectivamente. Además, las empresas que solo exportan (*only-exporter*) o solo importan (*only-importer*) muestran un uso similar de estas tecnologías. Finalmente, las empresas no comercializadoras (*none*) tienen el menor uso de las TIC. Este patrón encontrado para todas las empresas se replica cuando presentamos los porcentajes para empresas grandes y Pymes. Sin embargo, si bien los valores para las estas últimas son similares a los informados para toda la muestra, para las grandes empresas las cifras son siempre mayores. Por lo tanto, podemos concluir que cuanto más participa la empresa en el comercio internacional, más utiliza las TIC, especialmente para las grandes empresas.

Finalmente, las medias y las desviaciones estándar de otras variables que se introducirán en nuestras especificaciones (no mostradas en la tabla anterior) muestran que, independientemente de la variable analizada, las Pyme que operan en sectores de baja tecnología presentan valores similares a los de la muestra completa. Por el contrario, las grandes empresas que operan en el sector de tecnología media-alta muestran un mejor desempeño para la mayoría de las variables (por ejemplo, para la productividad laboral promedio).

5. ICTS, LA DECISIÓN DE EXPORTAR E INTENSIDAD DE EXPORTACIÓN

5.1 La decisión de exportar y TIC

Estimamos el siguiente modelo dinámico discreto de la decisión de exportar para una empresa, en el que dicha decisión en el período t está condicionada por el vector anterior de variables de estado para ese año:

$$dX_{it} = \begin{cases} 1 & \text{if } \gamma dX_{it-1} + \beta ICT_{it-1} + \delta Z_{it-1} + \sum_{j=1}^3 \phi_j \tilde{dX}_{it-j} + v_t + v_s + u_{it} \geq 0 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Donde dX_{it} es una variable ficticia que toma el valor 1 si la empresa i exportó en el año t y cero en caso contrario; γ , el coeficiente asociado a la variable identifica el costo hundido de exportación; (ICT_{it}) es un vector de variables que capturan la estrategia ICT de la empresa i en t ; Z_{it} es un vector de variables de control (productividad laboral, intensidad de importación de la empresa, una medida de la concentración de la industria, proporción de mano de obra calificada si la empresa invierte en I+D, el margen de beneficio de la empresa y el salario por trabajador) que pueden afectar los

rendimientos esperados de las empresas de exportar. Es importante tener en cuenta que incluir la productividad laboral nos permitirá evaluar la hipótesis de autoselección/continuación (*self-selection on exporting*) de las empresas más productivas para exportar; también se incluye intensidad de importación para explorar los posibles vínculos entre exportar e importar (Mañez et al., 2020b). En esta línea, la experiencia de importación ($MExp_{i,t-1}$) y/o el conocimiento adquirido con los proveedores o sobre la legislación comercial internacional podría ayudar a impulsar las exportaciones, ya que reduciría los costos hundidos en los que las empresas tendrían que incurrir para comenzar / continuar exportando. Finalmente, v_t es un vector de variables ficticias de año y s_j es un vector de variables ficticias de industria las cuales son incluidas para controlar los efectos específicos de la industria y las condiciones macro, respectivamente.

Además, siguiendo a Roberts y Tybout (1997), para considerar la posibilidad de reducir los costos de entrada hundidos para las empresas que reinician la exportación después de j años sin exportar, incluimos en la estimación un conjunto de variables $dX_{it,j}$ que toman el valor 1 si el último el tiempo en que la empresa exportó fue en el año t_j (en estimación suponemos que $j \leq 4$). Finalmente, es necesario tener en cuenta la posible existencia de factores no observados que pueden afectar los rendimientos esperados de la exportación de tales como las capacidades del departamento de exportaciones, las habilidades gerenciales o las características del producto.

La Tabla 2 muestra los resultados de la estimación para la decisión de exportación, ecuación (1). Estimamos esta ecuación utilizando un modelo probit de efecto aleatorio en el que incluimos medias pre-muestra de la variable dependiente para capturar la heterogeneidad no observada de la firma. En nuestro enfoque, siguiendo la literatura empírica (Añon y Bonvin, 2019; Vemuri y Siddiqi, 2009), y debido a la correlación recurrente y fuerte entre las TICs, las incluimos una por una en cada especificación para evitar la multicolinealidad, por lo que existen tantas especificaciones del modelo como variables TIC consideradas.

Por lo tanto, consideramos cinco especificaciones diferentes dependiendo del proxy para las TIC utilizadas. Primero, especificamos el modelo con una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa usa dispositivos electrónicos y cero en caso contrario (columna 1). La segunda especificación muestra una variable ficticia que toma el valor uno si la empresa usa fibra óptica (columna 2); la tercera con un valor ficticio que asume el valor de 1 si las empresas usan intranet / extranet (columna 3); en la especificación cuatro la variable toma el valor 1 si la empresa hace otros usos de Internet (columna 4). Finalmente, especificamos el modelo usando una variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa usa una conexión de banda ancha.

Table 2. Export intensity. Marginal Effects

	Devices	Optical fiber	Extra/Intranet	Internet Uses	Broadband
dX_{it-1}	0.5157*** (0.0135)	0.5209*** (0.0133)	0.5203*** (0.0133)	0.5217*** (0.0134)	0.5205*** (0.0133)
$Devicest-1$	0.0323** (0.0125)				
$Optf\ ibt-1$		0.0240*** (0.0085)			
$Extra/Intrat-1$			0.0215* (0.0115)		
$Int.U\ sest-1$				0.0145* (0.0089)	
$Broadbandt-1$					0.0208** (0.0086)
$Lab.prod-1$	0.0144** (0.0062)	0.0120** (0.0061)	0.0117* (0.0061)	0.0114* (0.0061)	0.0114* (0.0061)
$MExpt-1$	0.0596*** (0.0206)	0.0601*** (0.0206)	0.0609*** (0.0206)	0.0598*** (0.0206)	0.0585*** (0.0206)
$Concentrationt-1$	0.0106*** (0.0029)	0.0112*** (0.0029)	0.0112*** (0.0029)	0.0115*** (0.0029)	0.0113*** (0.0029)
$Markupt-1$	-0.0217** (0.0089)	-0.0203** (0.0089)	-0.0202** (0.0089)	-0.0204** (0.0089)	-0.0199** (0.0089)
$Sizet-1$	0.0281*** (0.0072)	0.0272*** (0.0072)	0.0280*** (0.0072)	0.0269*** (0.0072)	0.0271*** (0.0072)
$Skillt-1$	0.0260*** (0.0053)	0.0261*** (0.0052)	0.0261*** (0.0052)	0.0259*** (0.0053)	0.0258*** (0.0052)
$R\&Dt-1$	0.0232** (0.0107)	0.0244** (0.0107)	0.0245** (0.0107)	0.0239** (0.0107)	0.0238** (0.0107)
$Wagest-1$	-0.0185* (0.0099)	-0.0181* (0.0099)	-0.0175* (0.0099)	-0.0176* (0.0099)	-0.0177* (0.0099)
$\bar{d}X_{it-2}$	0.1777*** (0.0169)	0.1773*** (0.0169)	0.1778*** (0.0169)	0.17785*** (0.0169)	0.1775*** (0.0169)
$\bar{d}X_{it-3}$	0.1203*** (0.0207)	0.1200*** (0.0206)	0.1202*** (0.0206)	0.1197*** (0.0207)	0.1205*** (0.0206)
$\bar{d}X_{it-4}$	0.0657*** (0.0249)	0.0803*** (0.0244)	0.0794*** (0.0244)	0.0801*** (0.0244)	0.0802*** (0.0243)
$\bar{d}X_{pre}$	0.2501*** (0.0147)	0.2503*** (0.0146)	0.2504*** (0.0146)	0.2503*** (0.0146)	0.2513*** (0.0146)
Year/industry	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
No. Of. Obs.	16,171	16,466	16,466	16,437	16,466

Notes: 1. Robust standard errors are in parenthesis. 2. ***, ** and * mean statistically significant at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

En cuanto a las estimaciones de las principales variables de interés, todas las variables utilizadas para representar el uso de las TIC son positivas y estadísticamente significativas. Esto sugiere que, en general, el uso de las TIC tiene un efecto positivo en la probabilidad de exportar. La comparación de los resultados de los modelos con diferentes tipos de uso de las TIC permite calificar nuestros

resultados. Por lo tanto, la variable de las TIC con un mayor impacto en la probabilidad de exportar es el uso de diferentes dispositivos electrónicos y el que tiene un menor impacto son otros usos de Internet. El uso de fibra óptica tiene un efecto ligeramente mayor en la probabilidad de exportación que el uso de Internet de banda ancha y el uso de extranet / intranet (estas dos últimas TIC tienen un efecto positivo bastante similar en la probabilidad de exportación).

Estos resultados sugieren que las decisiones de exportación de las empresas parecen verse más afectadas por el uso de aquellas TIC que facilitan la comunicación externa que las relacionadas con la comunicación interna, las TIC externas están relacionadas con aquellas orientadas a vincular la empresa con los clientes (como tener un sitio web) o participar en transacciones en línea; mientras que las TIC internas están relacionadas con aquellas que dependen del entorno interno de la empresa, por ejemplo, los empleados educados en TIC. Esto es así, ya que encontramos que los mayores impactos provienen del uso de dispositivos electrónicos (que son el hardware para comunicarse), el uso de fibra óptica (que permite transmitir información a distancias más largas) y el uso de extra / intranet (que permite compartir información interna y externa de clientes, proveedores y otros).

Nuestros resultados también sugieren que las empresas más grandes, las empresas con una mayor proporción de trabajadores altamente calificados y las empresas que realizan I+D tienen más probabilidades de exportar. Es muy probable que las empresas más grandes estén mejor dotadas para enfrentar los costos asociados con la exportación. Un factor importante relacionado con el tamaño que puede ayudar a superar los costos de exportación es que las empresas más grandes pueden tener un acceso más fácil a los recursos financieros externos que las Pyme (Mañez y Vicente, 2020, encuentran que las grandes empresas disfrutan de una mejor salud financiera que las Pyme). La estimación positiva y significativa de la variable que mide la proporción de trabajadores altamente calificados señala la relevancia del capital humano como un factor que determina la capacidad de exportación de las empresas manufactureras colombianas. La relación positiva entre el desempeño de I+D y la exportación podría surgir del hecho de que las empresas innovadoras producen productos de mayor calidad que son más fáciles de vender en los mercados internacionales.

En general, los principales resultados que hemos descrito están en línea con los obtenidos por la escasa literatura (principalmente para países desarrollados). Es decir, el uso de las TIC aumenta la probabilidad de exportar. Sin embargo, nuestros resultados no son directamente comparables con la literatura previa ya que las variables TIC consideradas no son similares.

5.2 Intensidad de la exportación.

El objetivo de esta sección es la estimación de la siguiente ecuación dinámica de intensidad de exportación:

$$EI_{it} = \delta_0 + \delta_1 EI_{it-1} + \delta_2 ICT_{it-1} + \delta_3 Z_{it-1} + v_t + v_s + e_{it} \quad (2)$$

Donde EI_{it} es la intensidad de exportación de la empresa i en el período t , medida como la relación entre exportaciones y ventas totales. Nuestra especificación dinámica incluye EI_{it-1} para capturar la persistencia en la intensidad de exportación de las empresas. ICT_{it} es el mismo vector de variables TIC considerado al analizar la decisión de exportar, y Z_{it} es un vector de variables de control que pueden afectar la intensidad de exportación de las empresas, que incluye, entre otras, las importaciones pasadas de experiencia intermedia de las empresas ($MExp_{t-1}$). Finalmente, s_j es un vector de dummies de año y v_t es un vector de dummies industriales incluidos para controlar los efectos específicos de la industria y las condiciones macro, respectivamente.

Nuestro primer enfoque para la estimación de la ecuación (2) fue un modelo Tobit II-Heckman que permite correlacionar los procesos de decisión de exportación y la intensidad de exportación. Sin embargo, en la estimación conjunta de las ecuaciones (1) y (2) el término de selección de la muestra (inversa de la relación de Mills) no es estadísticamente significativo, lo que sugiere que la decisión de exportación y las ecuaciones de intensidad de exportación son procesos independientes que pueden estimarse por separado. Por lo tanto, estimamos la ecuación (2) utilizando una metodología de Modelos Lineales Generalizados (GLM) para tener en cuenta el hecho de que la variable dependiente, la intensidad de exportación, es una proporción. Es importante señalar que en el enfoque de Heckman, utilizamos como restricciones de exclusión las siguientes variables: los márgenes de ganancia de las empresas y la depreciación de la experiencia de exportación. El margen se excluye ya que suponemos que cuando las empresas comienzan a exportar consideran que otras variables, como la concentración del mercado, podrían ser más relevantes para capturar el efecto de la competencia y la política comercial (De Loecker y Warzynski (2012)). La depreciación se excluye porque ya estuvo presente en la etapa de la propensión a exportar.

Al igual que en la estimación de la ecuación de decisión de exportación, en la estimación de la ecuación de intensidad introducimos las variables de las TIC secuencialmente ya que son altamente colineales. Mientras que todas las variables TIC consideradas tienen un efecto positivo en la probabilidad de exportar, solo el uso de dispositivos electrónicos, fibra óptica y otros usos de Internet tienen un efecto positivo estadísticamente significativo en la intensidad de exportación (las estimaciones correspondientes a las otras dos variables TIC no son diferente de cero en cualquier nivel convencional de importancia). Si ordenamos las estimaciones de las variables con un efecto

positivo y significativo de mayor a menor, el resultado es el siguiente: dispositivos electrónicos, uso de fibra óptica y otros usos de Internet.

Table 2. Export intensity. Marginal Effects.

	Devices	Optical fiber	Extra/Intranet	Internet Uses	Broadband
El_{t-1}	0.1187*** (0.0051)	0.1189*** (0.0051)	0.1189*** (0.0051)	0.1192*** (0.0051)	0.1191*** (0.0051)
$Devices_{t-1}$	0.0064*** (0.0023)				
$Optf\ ib_{t-1}$		0.0041*** (0.0013)			
$Extra/Intra_{t-1}$			0.0030 (0.0019)		
$Int.U\ ses_{t-1}$				0.0021* (0.0012)	
$Broadband_{t-1}$					-0.0000 (0.0013)
$Lab.prod_{t-1}$	0.0024** (0.0009)	0.0020** (0.0009)	0.0020** (0.0009)	0.0020** (0.0009)	0.0020** (0.0009)
$MExp_{t-1}$	0.0057** (0.0023)	0.0057** (0.0023)	0.0057** (0.0023)	0.0057** (0.0023)	0.058** (0.0023)
$Concentration_{t-1}$	0.0021*** (0.0005)	0.0022*** (0.0005)	0.0023*** (0.0005)	0.0023*** (0.0005)	0.0023*** (0.0005)
$Size_{t-1}$	0.0025** (0.0011)	0.0024** (0.0011)	0.0025** (0.0011)	0.0024** (0.0011)	0.0026** (0.0011)
$Skill_{t-1}$	0.0021*** (0.0008)	0.0022*** (0.0008)	0.0023*** (0.0008)	0.0023*** (0.0008)	0.0024*** (0.0008)
$R\&D_{t-1}$	0.0010 (0.0014)	0.0010 (0.0014)	0.0012 (0.0014)	0.0011 (0.0014)	0.0012 (0.0014)
$W\ ages_{t-1}$	-0.0017 (0.0014)	-0.0014 (0.0014)	-0.0015 (0.0014)	-0.0015 (0.0014)	-0.0014 (0.0014)
$\bar{E}Xpre$	0.0911*** (0.0058)	0.0919*** (0.0057)	0.0925*** (0.0057)	0.0926*** (0.0057)	0.0925*** (0.0057)
Year/industry	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Mills ratio	0.318 (0.196)	0.342 (0.162)	0.320 (0.191)	0.330 (0.179)	0.360 (0.142)
No. Of. Obs.	16,179	16,475	16,475	16,446	16,475

Notes: 1. All estimations include industry and time dummies. 2. Robust standard errors are in parenthesis. 3. ***, ** and * mean statistically significant at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

De manera similar a nuestros hallazgos en el caso de propensión, siguiendo a Leonidou et al. (2007), nuestros resultados indican que las empresas manufactureras adoptan una estrategia mixta entre las TIC externas e internas para obtener un mejor desempeño en los mercados de exportación. Esto es así, ya que los dispositivos electrónicos son el hardware para obtener información, y la fibra óptica

es la tecnología para transmitir información a distancias más largas, mientras que los diferentes usos de Internet están más enfocados en la comunicación interna de la empresa (como capacitación del personal, contratación, videoconferencias, llamadas telefónicas o transacciones con agencias gubernamentales).

Estos resultados están parcialmente en línea con algunos de los hallazgos para los países en desarrollo: para Brasil (Botelho y Tigre, 2005), para India (Lal, 2004) o para Ghana (Hinson y Sorensen, 2006), donde existe un marcado vínculo TIC.-exportación. Además, nuestros resultados también confirman algunas conclusiones para algunos países desarrollados en Europa. Véanse, por ejemplo, Hagsten y Kotnik (2017) quienes encuentran evidencia mixta: algunas TIC (como sitio web) tienen una influencia significativa, pero otras no (como transacciones en línea).

El signo positivo y significativo de intensidad de exportación retrasada, en todas las especificaciones, sugiere que existe un alto grado de persistencia (dependencia del estado) en la evolución de la intensidad de exportación. Esto podría estar indicando que la experiencia previa de exportación es acumulativa y genera habilidades y conocimientos (por ejemplo, de los consumidores) que fomenta las exportaciones futuras entre los fabricantes colombianos. Además, el papel de la persistencia de la intensidad de exportación se ve reforzado por el efecto positivo y altamente significativo de la media previa a la muestra de intensidad de exportación (que captura su efecto permanente a través de los efectos individuales de las empresas). Las estimaciones de la intensidad de importación retrasada también son positivas en todas las especificaciones que indican que la experiencia en la importación de insumos intermedios tiene un efecto positivo en la intensidad de exportación para las empresas manufactureras colombianas. Esto podría indicar que la experiencia de importación obtenida en los mercados internacionales podría ayudar a las empresas a expandir sus actividades de exportación.

6. CONCLUSIONES

En este capítulo hemos investigado si la realización de actividades de TIC fomenta la probabilidad de exportar y aumenta la intensidad de exportación para la manufactura colombiana. Para ese propósito, utilizamos una muestra de 30,380 observaciones correspondientes a 10,094 firmas entre 2013-2016 proporcionadas por DANE.

Nuestros principales hallazgos son: i) en la decisión de exportar (la ecuación de propensión) todas las TIC consideradas tienen un impacto positivo y significativo en esa decisión; ii) En la ecuación de intensidad de exportación, solo algunas TIC (dispositivos electrónicos, fibra óptica y red intra/extra) tienen un impacto positivo significativo; iii) cuando profundicemos más en nuestros resultados, al desglosar la muestra por sectores de tamaño e intensidad tecnológica, encontramos que el patrón para las Pyme y para las empresas que operan en sectores de baja tecnología es muy similar al de

la muestra agrupada, ya que la mayoría de las empresas en la manufactura colombiana son pymes que operan en sectores de baja tecnología; iv) también existe una fuerte evidencia que las empresas se enfrentan a costos hundidos cuando deciden ingresar a los mercados internacionales, ya que existe una autoselección en las actividades de exportación; v) también encontramos que las actividades de importación y exportación están relacionadas, ya que la importación fomenta la exportación; y, vi) la inclusión de la experiencia de depreciación de las exportaciones muestra que el costo de reiniciar la exportación aumenta con el número de años sin exportar.

A pesar de estos resultados favorables, observamos que los sectores industriales colombianos muestran bajos avances en términos de adopción de las TIC y, por lo tanto, hay un largo camino por recorrer. Si bien las TIC básicas (dispositivos electrónicos e Internet) están muy extendidas entre las empresas, debemos señalar que estas actividades de TIC están clasificadas como tecnologías de la información de nivel 1, siguiendo a Ruiz (2014). Lo que implica que estos sirven casi exclusivamente para los procesos operativos de las empresas. Los niveles más avanzados, como el nivel 2, que implican el uso de transacciones comerciales en línea, tienen una tasa de participación más baja en la industria. Finalmente, los relacionados con el nivel 3, utilizados para el desarrollo de la planificación estratégica y la inteligencia empresarial, son prácticamente inexistentes.

Desafortunadamente para Colombia, los dos últimos niveles son aquellos que parecen jugar un papel fundamental en la internacionalización de las empresas. Por lo tanto, las perspectivas para el futuro no están claras para la industria colombiana porque todavía es necesario dar el salto para incorporar las TIC de vanguardia y así ganar competitividad en los mercados internacionales. Esto parece ser difícil, ya que las capacidades financieras de la empresa son limitadas y también se desconoce la importancia de las TIC en los procesos productivos. Por lo tanto, el gobierno debe apoyar el desarrollo de la economía digital, diseñando un marco regulatorio acompañado de políticas públicas que ayuden a la adopción de estas nuevas tecnologías para apoyar la innovación en las empresas, especialmente entre las Pyme que representan a la mayoría de la industria

7. BIBLIOGRAPHY

Ahmad, N. A., Ismail, N., and Hook, L. (2011). The role of ict infrastructure on malaysian trade. *International Journal of Economics and Management*, 5(1):140–148.

Añón, D. and Bonvin, D. (2019). Information and communication technology and exports: Evidence for spanish manufacturing firms. Working Paper, pages 1–37.

Añón Higón, D. and Driffield, N. (2011). Exporting and innovation performance: Analysis of the annual small business survey in the uk. *International Small Business Journal*, 29(1):4–24.

- Böckerman, P., Laaksonen, S., and Vainiomäki, J. (2019). Does ict usage erode routine occupations at the firm level? *LABOUR*, 33(1):26–47.
- Botelho, A. J. J. and Tigre, P. B. (2005). Information and communication technology (ict) for development of small and medium-sized exporters in latin america: Brazil.
- Chowdhury, S. K. and Wolf, S. (2003). Use of ICTs and the economic performance of SMEs in East Africa. Number 2003/06. WIDER Discussion Papers/World Institute for Development Economics (UNU-WIDER).
- Clarke, G. R. and Wallsten, S. J. (2006). Has the internet increased trade? Developed and developing country evidence. *Economic Inquiry*, 44(3):465–484.
- Cordelia, A. (2006). Transaction costs and information systems: does it add up? *Journal of information technology*, 21(3):195–202.
- De Loecker, J. and Warzynski, F. (2012). Markups and firm-level export status. *American economic review*, 102(6):2437–71.
- Eden, M. and Gaggl, P. (2014). The substitution of ict capital for routine labor: Transitional dynamics and long-run implications. In *NBER Conference on Research in Income and Wealth*, in Cambridge,
- Escandon, D. and Hurtado, A. (2017). The use of itcs in smes exporting. *Dimension Empresarial*, 15(1):183–205.
- Gordon, R. J. (1999). Has the ‘new economy’ rendered the productivity slowdown obsolete?
- Grazzi, M., Pietrobelli, C., Crespi, G., Tacsir, E., Vargas, F., Mohan, P., Strobl, E., Watson, P., Jung, J., González-Velosa, C., et al. (2016). Firm innovation and productivity in latin america and the caribbean: the engine of economic development.
- Hagsten, E. (2015). Distributed access to linked microdata: the example of ict and exports. *Applied economics letters*, 22(7):576–580.
- Hagsten, E. and Kotnik, P. (2017). Ict as facilitator of internationalisation in small and medium-sized firms. *Small Business Economics*, 48(2):431–446.
- Higón, D. A. (2012). The impact of ict on innovation activities: Evidence for uk smes. *International Small Business Journal*, 30(6):684–699.
- Hinson, R. and Sorensen, O. (2006). E-business and small ghanaiian exporters: Preliminary micro firm explorations in the light of a digital divide. *Online information review*, 30(2):116–138.
- Lal, K. (2004). E-business and export behavior: evidence from indian firms. *World Development*, 32(3):505–517.

- Laudon, K. C., Traver, C. G., et al. (2016). E-commerce: business, technology, society.
- Leonidou, L. C., Katsikeas, C. S., Palihawadana, D., and Spyropoulou, S. (2007). An analytical review of the factors stimulating smaller firms to export: Implications for policy-makers. *International Marketing Review*, 24(6):735–770.
- Makanyeza, C. and Ndlovu, A. (2016). Ict usage and its effect on export performance: Empirical evidence from small and medium enterprises in the manufacturing sector in zimbabwe.
- Mathews, S. W. and Bianchi, C. (2010). The role of the internet on international market growth of australian firms: An exploratory study. In *Proceedings of the Australia and New Zealand International Business Academy (ANZIBA) conference 2010*.
- Mo, Z. (2016). Small and medium-sized enterprise office lan construction scheme. In *International Conference on Education, Management, Computer and Society*. Atlantis Press.
- Parker, C. and Castleman, T. (2007). New directions for research on sme-ebusiness: insights from an analysis of journal articles from 2003-2006. *Journal of information systems and small business*, 1(1):21–40.
- Pezderka, N., Sinkovics, R., and Jean, R.-J. B. (2012). Do born global smes reap more benefits from ict use than other internationalizing small firms. *Handbook of research on born globals*, pages 185–213.
- Roberts, M. J. and Tybout, J. R. (1997). The decision to export in colombia: An empirical model of entry with sunk costs. *The American Economic Review*, pages 545–564.
- Rodríguez-Crespo, E. and Martínez-Zarzoso, I. (2019). The effect of ict on trade: Does product complexity matter? *Telematics and Informatics*, 41:182–196.
- Ruiz, C. A. O. (2014). Inclusión de las tic en la empresa colombiana. *Suma de Negocios*, 5(10):29–33.
- Terzi, N. (2011). The impact of e-commerce on international trade and employment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 24:745–753.
- Ueki, Y. (2005). Information and communication technology (ict) for development of small and medium-sized exporters in latin america: Chile.
- Vemuri, V. K. and Siddiqi, S. (2009). Impact of commercialization of the internet on international trade: A panel study using the extended gravity model. *The International Trade Journal*, 23(4):458–484.
- Wang, Y. and Li, J. (2017). Ict's effect on trade: Perspective of comparative advantage. *Economics Letters*, 155:96–99.

Xing, Z. (2018). The impacts of information and communications technology (ict) and e-commerce on bilateral trade flows. *International Economics and Economic Policy*, 15(3):565–586.

Yushkova, E. (2014). Impact of ict on trade in different technology groups: analysis and implications. *International Economics and Economic Policy*, 11(1-2):165–177.