

Capacidades de I4.0 enfocadas a procesos de internacionalización. Pymes del departamento de Boyacá

Nely Pérez Martínez¹⁸

Nubia Yaneth Gómez Velasco¹⁹

Iván David Ruiz Rosas²⁰

Resumen

La transformación digital de las organizaciones empresariales, particularmente de las pequeñas y mediana empresas (pymes) del departamento de Boyacá, es vital para aprovechar las oportunidades que la globalización ofrece. Sin embargo, existe un vacío informacional respecto al estado actual de las capacidades relacionadas con la Industria 4.0 (I4.0) en las pymes de la región para soportar procesos de internacionalización; esta investigación pretende reducir dicho vacío. Metodológicamente, tiene un enfoque cuantitativo, de carácter exploratorio, aplicado a una muestra representativa de pymes del departamento. Se indagan catorce variables, clasificadas en cinco categorías de capacidades, identificadas como fundamentales para procesos de

18 Administradora de Empresas. Magíster en Administración. Estudiante de Doctorado en Administración. Docente de la Escuela de Administración de Empresas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Correo electrónico: rosa.perez@uptc.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9299-1272>

19 Licenciada en Matemáticas y Estadística, Especialista y Magíster en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia. Doctora en Ciencias de la Educación. Docente de programas de doctorado, maestrías y pregrado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Integrante de los Grupos de Investigación Gamma e Hisula. Correo electrónico: nubia.gomez@uptc.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7745-1721>

20 Administrador de Empresas. Integrante del Centro Regional para la Gestión de la Productividad y la Innovación de Boyacá (CREPIB). Correo electrónico: ivandavid.ruiz@uptc.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1826-2693>

internacionalización soportados en la I4.0. Los hallazgos permiten establecer cinco grupos de empresas a partir de la consolidación de dichas variables con propósitos de internacionalización. Tan solo el 30 % de las variables estudiadas se encuentran en nivel máximo de consolidación en un reducido número de pymes de la región, lo que permite establecer las brechas a cerrar para acercar el tejido empresarial de la región a procesos efectivos de intercambios diversos en la aldea global.

1. Introducción

Se parte de la precisión conceptual y del origen de la Cuarta Revolución Industrial, y de cómo su evolución soporta la transformación de las organizaciones empresariales hacia el intercambio global de una gran diversidad de medios y recursos, agrupados estos en lo que se conoce como la Industria 4.0. Seguidamente, se amplía el concepto de internacionalización, más allá del mero intercambio comercial y se observa cómo este proceso es mediado por la tecnología digital I4.0. El marco teórico tiene como límite estos dos componentes, que definen un instrumento que (a partir de un proceso metodológico de enfoque cuantitativo) procura la rigurosidad para responder a la siguiente pregunta: ¿cuál es el estado de las capacidades de I4.0 orientadas a procesos de internacionalización, de las pymes de Boyacá? Para ello se utilizan categorías de capacidades y variables en cada pyme, identificadas en la teoría como fundamentales en procesos de internacionalización. Con base en el marco teórico, se construye el instrumento para la recolección de información, tratada estadísticamente para obtener los resultados y construir las conclusiones.

2. Marco teórico

La denominación temporal dentro del ciclo llamado “Cuarta Revolución Industrial” obedece a un marco analítico desarrollado por historiadores económicos para comprender grandes cambios o mutaciones determinantes de la economía. Uno de los pioneros en este tipo de estudios es el economista ruso Nicolai Dimitriev Kondratieff, quien, en su libro *On the Notion of Economic Statics, Dynamics, and Fluctuations*, publicado en 1924, establece que en el capitalismo existen ciclos

económicos que se pueden identificar usando principios estadísticos para extraer tendencias y calcular desviaciones. Así, logra determinar ondas largas y cortas en el desarrollo económico (Martínez, 2001). Ese marco analítico será difundido luego en Occidente por Schumpeter, quien lo utilizó como cimiento para determinar el papel de la innovación en dichos ciclos. La divulgación de sus resultados aparece en su obra seminal *Business Cycles* (Schumpeter, 1939). En otras palabras, el uso del concepto “revolución” identifica olas en el desarrollo económico del sistema capitalista en las cuales la innovación tecnológica fue y es determinante. Si la Primera Revolución Industrial se basó en el uso del agua y, más tarde, del vapor para mecanizar la producción, la segunda utilizó la energía eléctrica para introducir la producción en masa; a su vez, la tercera se basó en el uso de la electrónica y la tecnología de la información para automatizar la producción. Finalmente, la cuarta, conocida como “Industria 4.0”, se basa en la creación de “fábricas inteligentes” e integra la producción basada en tecnologías de información y comunicación de última generación (Ciffolilli y Muscio, 2018, p. 5).

En Europa, la Industria 4.0 (en adelante I4.0) es un término que se utiliza para definir productos, procesos y tecnologías novedosos utilizados en la organización de las cadenas de valor de las empresas. Se basa en fábricas inteligentes, en las que los sistemas ciberfísicos monitorean los procesos físicos y se comunican entre sí y con los humanos en tiempo real (Ciffolilli y Muscio, 2018). Los orígenes del término, y gran parte de su significado, se asocian con lo que el gobierno alemán consolidó en el documento titulado *The new High-Tech Strategy Innovations for Germany*, publicado en 2014, cuyo objetivo básico es hacer avanzar a Alemania en su camino para convertirse en un líder mundial en innovación. Se trata, pues, de una política de innovación que la sociedad alemana se impone para encontrar respuestas creativas a los desafíos urgentes de nuestro tiempo, incluidos los retos en áreas como el desarrollo urbano sostenible, la energía respetuosa con el medio ambiente, la medicina individualizada y la sociedad digital (Government German Federal Report, 2014). Según esta política, “la industria se encuentra ahora en el umbral de una Cuarta Revolución Industrial. A través de la evolución de Internet, el mundo real y el mundo virtual están convergiendo, cada vez más, para formar una internet de las cosas IoT”. Las características clave de la producción industrial del futuro:

Incluirán la producción de bienes y servicios ampliamente individualizados, dentro de entornos de producción altamente flexibles; integración de clientes en etapa temprana y socios comerciales dentro de los procesos de diseño y creación de valor; la articulación de la producción y los servicios de alta calidad, para generar “productos híbridos”. (Government German Federal Report, 2014, p. 16)

Son múltiples las aristas con las cuales se aborda el fenómeno de la I4.0, algunas de ellas están enfocadas en la adopción de aspectos puramente tecnológicos (Agostini y Nosella, 2020; Rozo-García, 2020), en modelos de evaluación de madurez, preparación de las empresas y su transición al sistema (Ardito et al., 2021; Jacquez-Hernández y Torre, 2018), impacto en el desempeño de las empresas (Calış Duman y Akdemir, 2021), operaciones de procesos de negocio como abastecimiento, compras, cadenas de distribución (Bienhaus y Haddud, 2018; Jermittiparsert y Boonratanakittiphumi, 2019), en relación con el recurso humano y los cambios en el trabajo (Pfeiffer, 2016), y, por supuesto, en lo que quizá más se hace énfasis: la posibilidad de reconfigurar la personalización de algunos productos (Andersen et al., 2018).

El marco teórico de esta investigación está estructurado por las variables clave en procesos de internacionalización (en el campo de las pymes) y su relación con la I4.0. Una forma de categorizar la prolífica producción teórica al respecto reside en utilizar algunas variables estratégicas en los procesos de internacionalización, específicamente en pequeñas y medianas empresas. Para este tipo de organizaciones, la I4.0 es considerada como una oportunidad, no libre de barreras, que pueden ser detectadas sistematizando información hallada en la literatura con información de campo. Para este caso, el objeto de estudio se centra en responder a la pregunta: ¿cuál es el estado de las capacidades de I4.0 orientadas a procesos de internacionalización, de las pymes de Boyacá?

En un primer momento, se abordará el concepto de internacionalización, seguido de la descripción de variables en las que la I4.0 tiene una significativa importancia para las organizaciones empresariales que decidan afrontar dicho proceso, en el marco actual de globalización.

Internacionalización

Para Arteaga et al. (2017), la internacionalización no solo se basa en la exportación de bienes, como comúnmente se cree. También implica a una serie de actividades relacionadas con inversión dentro y fuera del país, importación de materia prima y servicios, es decir, todas aquellas actividades de la cadena de valor de empresa que sirven, precisamente, para crear más valor, vía reducción de costos, principalmente. Implica también aspectos que, aunque no parecieran directamente relacionados con la cadena de valor, influyen a la hora de entablar relaciones con actores extranjeros como la cultura y la multinacionalidad (Delios y Beamish, 2001), conocimiento e información (Autio et al., 2000; Gulanowski et al., 2018; Knight y Lieschb, 2002), el vínculo con redes y relaciones (Harris y Wheeler, 2005) y, en especial, uno de los aspectos de más peso al emprender procesos de internacionalización: la visión estratégica del empresario (Miocevic y Crnjak-Karanovic, 2010).

Diversas investigaciones han demostrado que las empresas que introducen tecnologías I4.0 presentan mayor productividad, estimulan la internacionalización de firmas locales y la entrada de inversionistas extranjeros (Corò et al., 2020; Götz, 2020), repercuten en el funcionamiento de los clústeres –ya que requieren un enfoque integrador más interdisciplinario con la provisión de bienes comunes industriales (Götz, 2021)– e incluso aportan a procesos de desarrollo sostenible al proporcionar soluciones digitales para la automatización de la fabricación, basados en la economía circular 10R²¹ (Bag et al., 2021). Estas y otras consideraciones hacen relevante la introducción de variables en la que la I4.0 aporta directamente a procesos de internacionalización de pymes.

VARIABLES CLAVE DE I4.0 PARA PROCESOS DE INTERNACIONALIZACIÓN

Entre las variables empresariales fundamentales en los procesos de internacionalización, y para satisfacer el límite de la presente

21 Rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reutilizar, reciclar y recuperar.

investigación (que se centra en la Cuarta Revolución Industrial, I4.0), se han seleccionado aquellas que guardan mayor conexión con dicho proceso. Antes de seguir, es importante precisar los términos “capacidad” y “capacidad organizacional”. Autores como Dosi et al. (2000) consideran que ser capaz de algo es tener una capacidad generalmente confiable para producir ese algo como resultado de una acción intencionada. Las capacidades llenan la brecha entre la intención y el resultado, de tal forma que el resultado tiene una semejanza definitiva con lo que se pretendía. Podría decirse que algunas de las “habilidades de la organización” son las modulares, que serían usadas específicamente en la empresa (de rutina) o, por el contrario, podrían no tener ninguna relación con ella (individuales). Podría decirse que las rutinas organizacionales tienen como función principal coordinar las habilidades de la organización, es decir, orientar esa colectividad de habilidades hacia un efecto útil. Las capacidades también son definidas como todo aquello que una empresa despliega en recursos, tangibles o intangibles, para realizar una tarea o actividad que mejore su desempeño (Inan y Bititci, 2015). Helfat y Peteraf indican que la capacidad organizacional es aquella que sirve “para realizar un conjunto coordinado de tareas, utilizando recursos organizacionales, con el propósito de lograr un resultado final particular” (en Inan y Bititci, 2015).

En esta investigación se trata de evidenciar las capacidades de las empresas soportadas en I0.4 para emprender actividades de internacionalización, habida cuenta de su importancia en la optimización de procesos relacionados con la mejora de productos, la relación con clientes (Thekkoote, 2022) y el perfeccionamiento de procesos productivos (Al-Edenat, 2021). Para ello, la pequeña y mediana empresa deben ejecutar una transformación digital (Khin y Mui Hung, 2022) que les permita aprovechar las oportunidades que la I4.0 les ofrece.

De aquí en adelante serán descritas las cinco variables; aparecerán resaltadas con cursiva. En primer lugar está la *Capacidad humana* (CH). Se refiere al resultado y al uso del aprendizaje genérico que se deriva del aprendizaje formal adquirido en el sistema educativo, y al específico que se adquiere en la empresa. Esta formación genera en los trabajadores una mayor productividad para la empresa (Becker, 1975). Para esta variable se indaga acerca de la disposición de la empresa para asignar y preparar personal para procesos de aprendizaje. Este

aprendizaje está directamente relacionado con el *Desarrollo de procesos productivos* (DPP), entendido como el que tiene la organización para aplicar eficientemente las dinámicas que satisfacen las necesidades y expectativas de los clientes y mercados nacionales e internacionales, con un alto nivel de desempeño de las personas de la organización (Henao y Vásquez, 2013).

Aquí se indaga acerca de si la empresa gestiona indicadores para verificar efectividad en sus procesos de producción, logística y barreras en este propósito, involucrando en ellos, de modo estable e incremental, la *Innovación y jalonamiento competitivo* (INJ), que se refiere a los aspectos tecnológicos y estructurales que afectan la internacionalización, tales como la novedad del producto, la flexibilidad y las ventajas diferenciadoras de la empresa. Estas son algunas de las variables con más aspectos para explorar, ya que involucra desde la flexibilidad para el cambio hasta la determinación de las innovaciones, y la fase en la que se encuentran. Variadas investigaciones evidencian otros elementos relevantes a la hora de emprender y sostener procesos de internacionalización, como el *Relacionamiento interno y externo* (RIE), referido al conjunto de conexiones que se suceden en distintos niveles y que facilitan a la empresa hallar actores estratégicos y relacionarse con ellos en distintas etapas del proceso de negocios (Ferrucci et al., 2018).

Igualmente, las *Sociedades de conocimiento* (SC), entendidas como la capacidad de la empresa para “aprender a aprender”, se consolidan como un concepto que puede ser aplicado desde lo individual, pero también desde el punto de vista organizacional (Drucker, 1993). Ambos involucran condiciones de infraestructura, documentación, herramientas y estrategias que le permitan aprender y generar las condiciones para competir con actores ampliamente reconocidos en el medio.

La literatura hallada que evidencia el vínculo entre estas variables y la I4.0 se presenta en paralelo en la Tabla 5.1. En ella se identifican los conceptos clave de la I4.0 que contribuyen a los aspectos clave de internacionalización por cada una de las cinco variables tratadas en la presente investigación.

Tabla 5.1

Referentes teóricos de variables clave para la internacionalización focalizadas en el marco de la I4.0

Internacionalización		Industria 4.0	
Conceptos clave involucrados	Autores	Conceptos clave involucrados	Autores
Variable: Capacidad humana (CH)			
Influencia del capital humano, capacidad de absorción, desempeño, capacidad y nivel de compromiso, inversión en capital humano.	Mubarik et al., 2020; Fernández-Ortiz et al., 2015; Gashi, 2014.	Procesos de formación del personal, integración ser humano – I4.0, efecto del RH en la calidad de la Industria 4.0.	Nguyen, 2022; Pacaux-Lemoine et al., 2022; Balouei Jamkhaneh et al., 2022.
Variable: desarrollo de procesos y productos (DPP)			
Existe relación entre internacionalización y desarrollo de nuevos productos.	Zimmermann, 1987; Bezchinsky, 2003; Meza, 2016.	Priorización de la I4.0 en el diseño del producto, ingeniería digital para desarrollo de nuevos productos, la I4.0 apoya el desarrollo de nuevos productos.	Wijewardhana et al., 2021; Gerschütz et al., 2021; Dalmarco et al., 2021.
Variable: innovación y jalonamiento competitivo (INJ)			
Relación entre I+D, Tecnología e internacionalización.	Suh y Kim, 2014; Vuorio et al., 2020; Cassetta et al., 2020.	Competitividad en industrias emergentes, transformación digital y competitividad, estrategias en el mundo digital.	Álvarez-Aros y Bernal-Torres, 2021; Bal y Erkan, 2019; Garzoni et al., 2020; Surie, 2020.

Variable: relacionamiento interno y externo (RIE)			
Operaciones y redes, Clúster.	Franco et al., 2020; Yoon et al., 2020.	Capital relacional proveedor consumidor, ecosistemas digitales, distritos industriales – I4.0, redes de valor.	Benzidia et al., 2021; Avdeeva et al., 2021; Bettiol et al., 2020; Ruohomaa et al., 2018.
Variable: información y sociedad del conocimiento (SC)			
Acceso a información relevante (vigilancias, infraestructura para la información), redes de conocimiento.	Davenport, 2005; Guerrieri y Pietrobelli, 2004; Alimberti y Zanella, 2019.	Experiencias colaborativas y transferencia de conocimiento, difusión del conocimiento en la I4.0.	Cotrino y González-Gaya, 2021; Pawlyszyn et al., 2020.

Nota. Elaboración propia a partir de los autores citados.

Los dos cuerpos teóricos examinados en la tabla previa evidencian una fuerte interacción en la medida en que la I4.0 soporta el desarrollo de las variables consideradas clave para que las empresas avancen o logren estar en escenarios que favorezcan procesos de internacionalización. Según lo expuesto, la tecnología I4.0 ofrece una vía que acelera y potencia la capacidad de las empresas para superar los límites territoriales a partir de diversas interacciones con el medio externo.

Habida cuenta de esta relación, se trata ahora de determinar las condiciones actuales de un conjunto representativo de pymes del departamento de Boyacá, con respecto a las cinco variables mencionadas, e identificar, a partir de dicha condición, barreras y alternativas para que las pymes de la región se integren a procesos de internacionalización soportadas en las oportunidades que la I4.0 ofrece.

3. Metodología

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que aborda dimensiones medibles, con objetividad crítica y neutralidad, verificabilidad

de los datos numéricos y confiabilidad (Galeano, 2004). Al tratarse de un modelo deductivo, se busca su replicabilidad y capacidad de predicción (Hernández et al., 2008). De otra parte, esta investigación tiene un alcance descriptivo en la medida en que se pretende identificar ciertas características y atributos de una población determinada, en este caso empresas pequeñas y medianas del departamento de Boyacá. Dado el tipo de alcance investigativo, se soporta en el uso de estadísticas sensibles a los aspectos geográfico-territoriales, puesto que busca obtener estimaciones fiables de los fenómenos estudiados, incluso a escala subnacional (Corbetta, 2007).

Población: organizaciones empresariales ubicadas en el departamento de Boyacá. Se parte de la base de datos unificada de quienes velan por el registro oficial de dichos establecimientos, es decir, las Cámaras de Comercio; en este caso, de Duitama, Sogamoso y Tunja, que cubren todo el departamento. El tipo de empresa elegida responde a las descripciones de la Ley 905 de 2004 que establece el carácter de micro, pequeña y mediana empresa.

Técnica de muestreo: para efectos de que la muestra sea representativa, se realizó un muestreo estratificado simple, de acuerdo con la cantidad registrada de empresas en cada área de cobertura de las Cámaras de Comercio de Tunja, Duitama y Sogamoso. Los resultados determinaron un tamaño de muestra de 129 empresas, distribuidas así: Tunja: 85; Duitama: 20; Sogamoso: 24.

Instrumento: se utilizó una encuesta construida a partir del desarrollo teórico, pertinente a la identificación de capacidades requeridas para procesos de internacionalización, de diversos autores (Henao y Vásquez, 2013; Jankowska, 2011; Restrepo y Vanegas, 2015; Villarreal, 2008) y la contribución parcial de otras escalas creadas por los autores citados en la Tabla 5.1. De esta encuesta solo se seleccionaron las variables directamente relacionadas con la I4.0, ya mencionadas, para la presente investigación.

Valoración de resultados: corresponde a una agrupación de empresas que presentan, de forma gradual, el desarrollo y consolidación de capacidades para internacionalización soportados en I4.0, desde un nivel básico o inexistente hasta un nivel consolidado y mejorado.

A continuación, son descritos los cinco niveles de categorización:

Grupo 1: Empresas que no muestran ningún interés en la internacionalización ni lo contemplan para su futuro cercano.

Grupo 2: Empresas que han contemplado iniciar procesos de internacionalización en el corto plazo y mediano plazo.

Grupo 3: Empresas que han definido algunos procesos y los ejecutan de manera fragmentada y esporádica.

Grupo 4: Empresas que tienen definidos y estructurados procesos de internacionalización.

Grupo 5: Empresas que han mejorado algunos de los procesos ya implementados para internacionalización.

Esta agrupación deja ver que el grado óptimo de desarrollo de capacidades en I4.0 para la internacionalización es el grupo 5, esto debido a que la empresa ya tiene implementados y mejorados algunos procesos en esa dirección, integrando así capacidad humana y organizacional, procesos de innovación y relacionamiento, y redes reconocimiento. Esto no necesariamente significa que la empresa ya adelantó ejercicios de internacionalización en algún sentido, sino que ya cuenta con las capacidades para hacerlo.

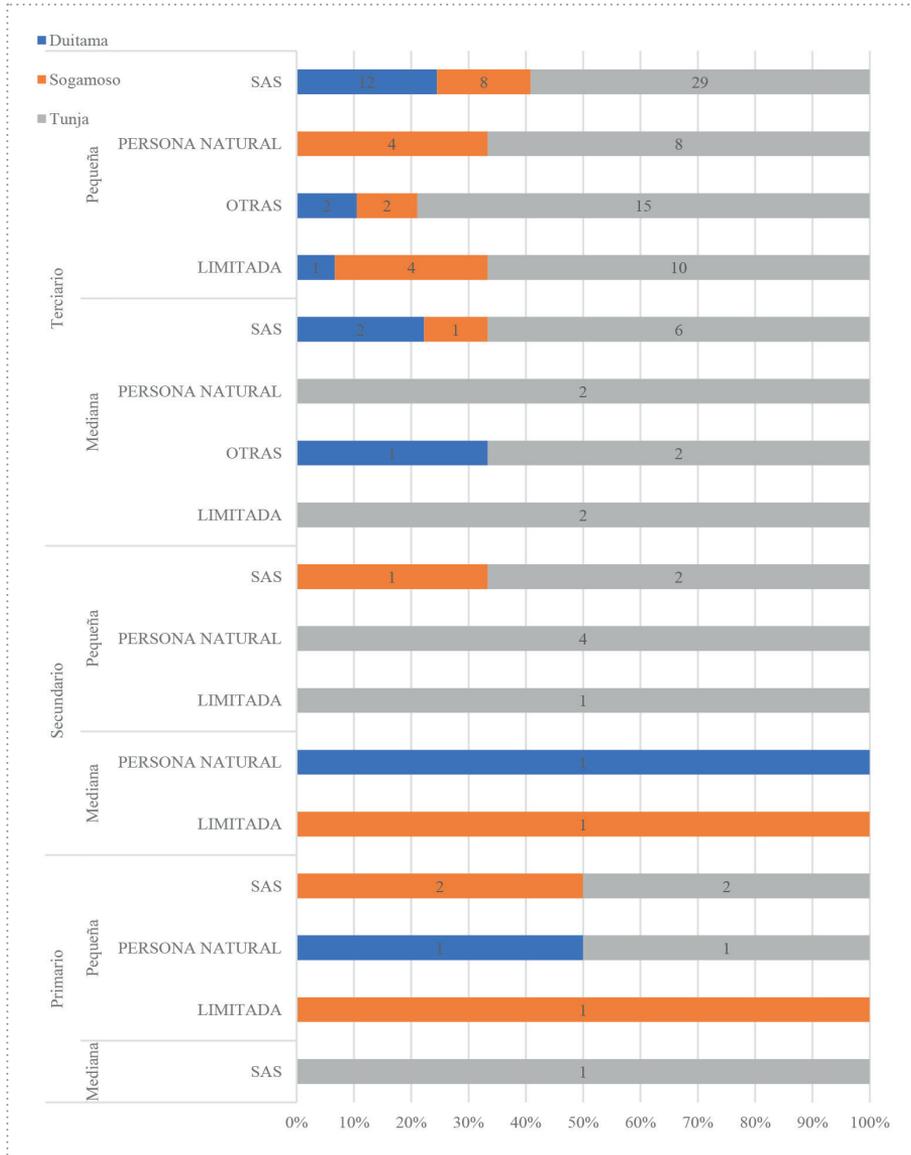
Tratamiento de datos: se realizó una organización, depuración y normalización de la base de datos recolectada. Se identificaron, a partir de diagramas de *box plot* y análisis de puntajes típicos estandarizados, los puntajes potencialmente atípicos. Se aplicaron gráficos de tendencias y se complementaron con técnicas univariadas y bivariadas de tipo descriptivo.

4. Resultados

Breve caracterización de la unidad de estudio

Se trata de 129 empresas ubicadas en las jurisdicciones de las Cámaras de Comercio de Duitama, Tunja y Sogamoso. Su distribución, por tamaño y sectores, se presenta en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2
Caracterización de la unidad de estudio



Del total de las empresas, el 85 % son pequeñas, 6.2 % del sector primario, 7.8 % del sector secundario y 86 % del sector terciario. En cuanto a su constitución jurídica, el 16.3 % son Persona Natural, el 52.2 %

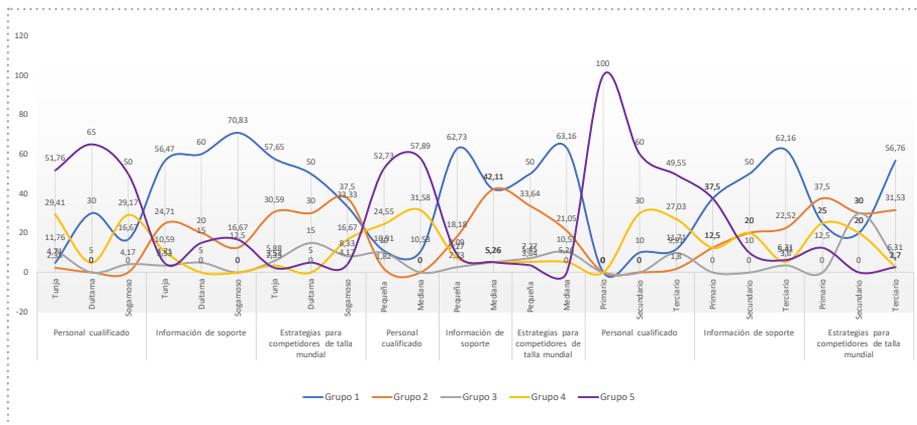
son Sociedad por Acciones Simplificada, el 15.5 % son Sociedades de Responsabilidad Limitada y el 17.1 % corresponde a otras configuraciones jurídicas como las fundaciones.

Los hallazgos en términos de capacidades

Por cada una de las variables, los resultados se presentan clasificados por ciudad, por sector económico y por tamaño de la empresa, destacando el grupo en el que, finalmente, queda clasificada la capacidad analizada. La interpretación de la salida gráfica es amplia y variada; queda al interés del lector, por lo cual solo se hará referencia a los aspectos relevantes en cada capacidad.

Capacidad Humana (CH). En esta capacidad se evaluaron factores relacionados con las necesidades de fortalecimiento de capacidades y conocimiento de las oportunidades para procesos de internacionalización.

Figura 5.1
Resultados



Respecto a la ciudad de jurisdicción, el 57,6 % de las vinculadas a la Cámara de Comercio de Tunja; el 54,1 %, de las de Sogamoso; y el 55 %, de las de Duitama; en relación con el sector de la economía, el 62,5 % de las que pertenecen al sector primario, el 60 % de las del secundario y el 55,8 % del sector terciario; en cuanto al tamaño, el 57,27 % de las

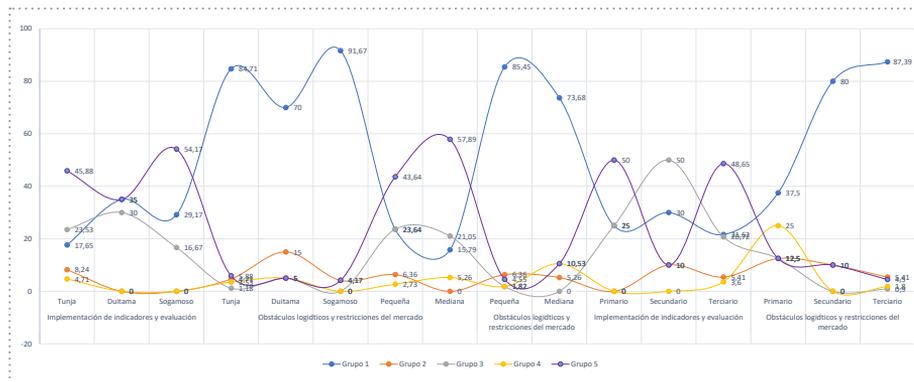
pequeñas empresas y el 52,63 % de las medianas, se concentran uniformemente en el grupo 4, lo que significa que tienen definidas las necesidades de fortalecimiento y han estructurado algunos procesos de fortalecimiento de las mismas, con fines de lograr procesos de internacionalización. Sin embargo, algunas de ellas –sin distintivo de jurisdicción, sector o tamaño– se concentran en el grupo 3, lo que evidencia que estas pymes han definido algunas necesidades de fortalecimiento de capacidades, con miras a la internacionalización, y las han robustecido de forma fragmentada y esporádica.

Por otro lado, el 25 % de las pymes del sector primario, el 10 % del secundario, el 9 % del terciario; el 11.7 % de las de Tunja, el 10 % de las de Duitama y el 4.17 % de las de Sogamoso; el 10,5 % de las medianas y el 10 % de las pequeñas se ha concentrado en el grupo 5, lo que permite establecer que han logrado implementar o mejorar procesos para definir necesidades de fortalecimiento de capacidades.

Respecto al conocimiento de las oportunidades para procesos de internacionalización, las pymes en mayor porcentaje son las de la jurisdicción de Sogamoso (con un 87,5 %). El 72,07 % pertenece al sector terciario y el 70,9 % de las pequeñas se concentra mayoritariamente en el grupo 1, lo que evidencia que estas pymes no tienen un gran interés o no contemplan conocer las oportunidades para procesos de internacionalización. Como dato importante, se debe considerar que ninguna empresa ha logrado establecerse en el grupo 5, lo que evidencia que ninguna empresa ha logrado implementar o mejorar procesos que le permitan conocer las oportunidades para procesos de internacionalización.

Desarrollo de procesos productivos (DPP). En esta capacidad se evaluaron la implementación de indicadores o mecanismos de evaluación de la eficiencia de procesos, los obstáculos logísticos y las restricciones para abordar un mercado internacional.

Figura 5.2
Desarrollo de procesos productivos (DPP)



En la implementación de indicadores o mecanismos de evaluación de la eficiencia de procesos, se evidencia una alta concentración de las pymes de la jurisdicción de Tunja (54,17 %) y Sogamoso (45,88 %); en tamaño, las medianas (57,89 %) y pequeñas (43,64 %) son las más comunes; y por sectores, el primario (50 %) y el terciario (48,65 %) dominan, todas ellas están ubicadas en el grupo 5. Esto significa que estas pymes han mejorado sus indicadores de evaluación de la eficiencia de procesos que ya han implementado con fines de internacionalización.

En relación con los obstáculos logísticos y las restricciones para abordar un mercado internacional, las pymes se concentran en el grupo 1, que está integrado por el 91,6 % de las pymes de la jurisdicción de Sogamoso, el 84,7 % de las de Duitama y el 70 % de las de Tunja. En cuanto al tamaño, el 85,4 % son pequeñas y el 73,6 % medianas. En cuanto al sector, el 87,3 % son del sector terciario y el 80 % del secundario. Eso evidencia que estas pymes no reflejan algún interés en superar los obstáculos logísticos y las restricciones existentes para abordar un mercado internacional, y tampoco contemplan superarlos en un futuro cercano.

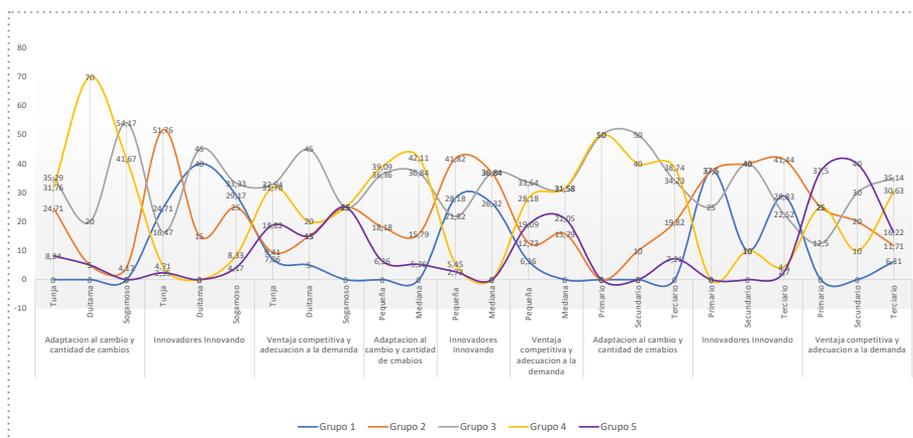
Es relevante considerar que el 5,8 % de las pymes de Tunja, el 5 % de Duitama y el 4,1 % de Sogamoso, el 10,5 % de las medianas, el 4,5 % de las pequeñas, el 12 % del sector primario, el 10 % del sector secundario y el 4,5 % del terciario han logrado concentrarse en el grupo 5, lo que sugiere que han mejorado algunos procesos ya implementados

que han permitido superar los obstáculos logísticos y las restricciones existentes para abordar un mercado internacional.

Innovación y jalonamiento competitivo (INJ). En esta capacidad se evaluaron seis variables: flexibilización o adaptación al cambio y cantidad de cambios implementados por parte de las pymes; la formación y desarrollo de funciones orientadas en innovación; las ventajas competitivas con las que cuenta la pyme y su capacidad de adaptación y adecuación a la demanda; el estado del proceso de propiedad intelectual; el factor diferenciador o valor agregado de los productos o procesos propios y fases en que se encuentra cada uno de ellos; la facilidad de adaptabilidad del desarrollo tecnológico; y, por último, la infraestructura que posee la pyme frente a la demanda.

Para efectos de facilitar visualmente los resultados de esta capacidad, se ha separado; en la Figura 5.3 se presentan las tres primeras, igualmente frente a jurisdicción, tamaño y sector económico.

Figura 5.3
Innovación y jalonamiento competitivo (INJ), parte A



Respecto a la flexibilización o adaptación al cambio y la cantidad de cambios implementados por parte de las pymes tenemos los siguientes datos: el 70 % de las pymes ubicadas en la jurisdicción de Duitama, el 42,1 % del tipo mediana y el 50 % del sector primario se concentran en el grupo 4. Lo que significa que estas pymes han definido y

estructurado procesos que han permitido la flexibilización, adaptación e implementación de cambios en su proceso productivo. Por otro lado, el 54,1 % de las pymes en la jurisdicción de Sogamoso, el 36,8 % de las medianas y el 50 % del sector secundario pertenecen al grupo 3, lo que evidencia que estas pymes han definido y estructurado algunos procesos que han permitido la flexibilización o la adaptación al cambio y la implementación de cambios en su proceso productivo, pero de manera fragmentada y esporádica. Como dato significativo, el 8,2 % de las pymes de Tunja y el 2,3 % de Duitama, el 6.3 % de las pequeñas, el 5.2 % de las medianas y el 7.2 % del sector terciario han logrado concentrarse en el grupo 5, lo que demuestra que han mejorado algunos procesos ya efectuados que han permitido la flexibilización y la adaptación al cambio, además de la implementación de cambios en su proceso productivo.

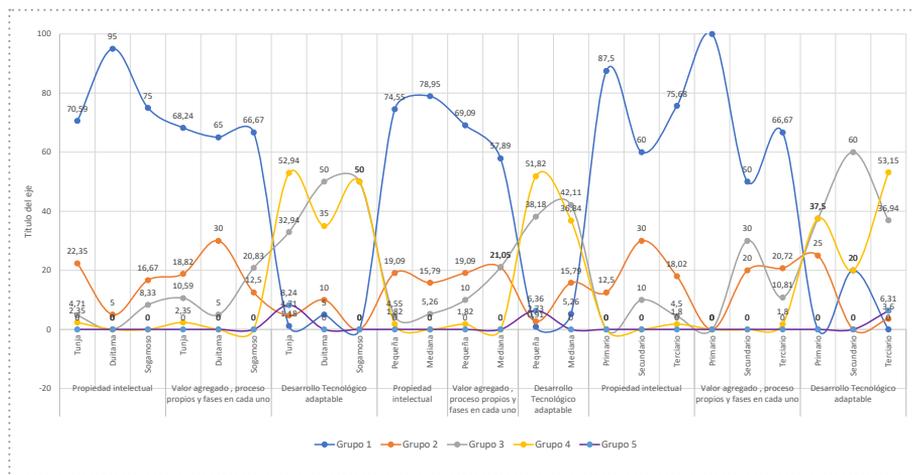
La capacidad de innovación, que involucra la formación y desarrollo de funciones orientadas en innovación, se concentra en el grupo 2. Aquí, el 51,7 % de las pymes se encuentran en Tunja, el 41,8 % son pequeñas y el 41,4 % pertenecen al sector terciario. Estos resultados muestran que estas pymes han contemplado iniciar procesos de formación y desarrollo de funciones orientadas en innovación en el corto y mediano plazo. Sin embargo, el 45 % de las pymes en Duitama, el 36,8 % de las medianas y el 40 % del sector secundario se concentran en el grupo 3, lo que evidencia que estas pymes han definido algunos procesos de formación y desarrollo de funciones orientadas en innovación, pero los desarrollan de modo fragmentado y esporádico. Como dato importante, el 4,1 % de las pymes de Sogamoso y el 2,3 % de las Tunja, seguido del 2,7 % de las pequeñas y del sector secundario han logrado concentrarse en el grupo 5, lo que indica que han mejorado algunos procesos ya implementados de formación y desarrollo de funciones orientadas en innovación.

Respecto a las ventajas competitivas con las que cuenta la pyme y su capacidad de adaptación a la demanda, el 45 % de las pymes Duitama y el 33,6 % de las pequeñas se concentran en el grupo 3, lo que significa que han definido algunos procesos que les han permitido obtener ventajas competitivas y capacidad de adaptación y adecuación a la demanda, pero los desarrolla de forma fragmentada y esporádica. De otra parte, el 32,9 % de las pymes de Tunja y el 31.5 % de las medianas

se concentran en el grupo 4, ya que estas pymes tienen definidos y estructurados algunos procesos que les han permitido obtener ventajas competitivas y capacidad de adecuación ante la demanda. En cuanto al sector económico, la concentración se da en el grupo 5, con un 40 % en el sector secundario, dejando ver que estas pymes han mejorado algunos de los procesos previamente acogidos. Eso les ha permitido obtener ventajas competitivas y capacidad de adaptación a la demanda.

En la Figura 5.4 se presenta el resultado del proceso de propiedad intelectual; el factor diferenciador o valor agregado de los productos o procesos propios y las fases en que se encuentra cada uno de ellos; la facilidad de adaptabilidad del desarrollo tecnológico; y, por último, la infraestructura que posee la pyme frente a la demanda.

Figura 5.4
Innovación y jalonamiento competitivo (INJ), parte B



En el estado del proceso de propiedad intelectual se resalta una alta concentración en el grupo 1, distribuida en un 95 % en Duitama, un 75 % de Sogamoso y un 70,5 % de Tunja. En tamaño, el 78,9 % son medianas y el 74,5 % pequeñas. En cuanto al sector económico, el 87,5 % es primario, el 75,6 % terciario y el 60 % secundario. Las pymes que integran este grupo no reflejan interés alguno en el estado del proceso de su propiedad intelectual, ni contemplan fortalecerlo en un futuro cercano. Un dato a resaltar es que ninguna empresa ha logrado

establecerse en un grupo 5, lo que expresa que no han podido implementar o mejorar procesos que les ayuden a identificar y fortalecer el estado del proceso de su propiedad intelectual.

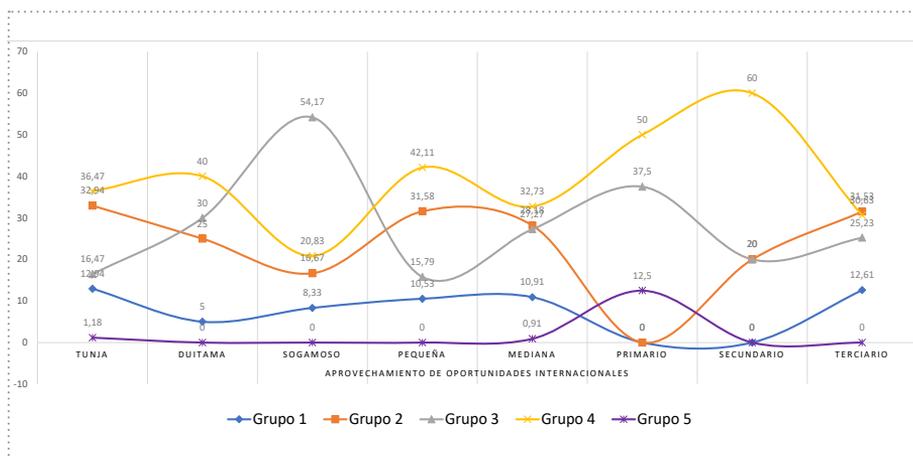
Sobre el factor diferenciador o valor agregado de los productos o procesos propios y las fases en que se encuentra cada uno de ellos, los resultados muestran que el 68,2 % de las pymes en Tunja, el 66,6 % de Sogamoso y el 65 % de Duitama, el 69 % de las pequeñas y el 57,8 % de las medianas, el 100 % del sector primario, el 50 % del secundario y el 66,6 % del terciario se localizan en el grupo 1. Esto significa que estas pymes no están interesadas en generar un factor diferenciador o un valor agregado de los productos o procesos propios, y no pretenden identificar las fases en que se halla cada uno; tampoco contemplan generar ese factor en un futuro cercano. En el grupo 2 se encuentra el 21 % de las empresas medianas y el 19 % de las pequeñas; por región, el 30 % son de Duitama, el 18,8 % de Tunja, lo que revela que estas pymes han contemplado generar en el corto y mediano plazo un factor diferenciador o valor agregado de los productos o procesos propios, y se plantean identificar las fases en que se encuentra cada uno de esos factores. En el grupo 3 está el 20,8 % de las pymes en Sogamoso y el 30 % del sector secundario, lo que refleja que estas pymes han definido algunos procesos que les han permitido generar un factor diferenciador o valor agregado de los productos o procesos propios, e identificar las fases en que se ubica cada uno, pero los desarrollan de forma fragmentada y esporádica. Por otro lado, ninguna empresa ha podido establecerse en el grupo 5 porque no han podido implementar o mejorar sus procesos sobre el tema en cuestión.

En cuanto a la facilidad de adaptabilidad del desarrollo tecnológico y la infraestructura que posee la pyme frente a la demanda, el 52,9 % de las pymes de Tunja, el 51,8 % de las pequeñas y el 53,1 % del sector terciario se concentran en el grupo 4; esto expresa que las pymes tienen definidos y estructurados procesos de adaptabilidad al desarrollo tecnológico y la infraestructura que posee la pyme frente a la demanda. Cabe resaltar que el 50 % de las pymes de Duitama, el 42,1 % de las medianas y el 60 % del sector secundario se instalan en el grupo 3, es decir, han definido algunos procesos con el fin de prepararse con desarrollo tecnológico e infraestructura para enfrentar la demanda, aunque lo hagan de modo fragmentado y esporádico.

Hay que agregar que el 6,3 % de las pymes del sector terciario, el 6,3 % de las pequeñas empresas y el 8,2 % de las que están vinculadas con Tunja se ubican en el grupo 5, lo que permite inferir una tendencia para mejorar algunos de los procesos que ya tienen implementados para generar facilidad y adaptabilidad del desarrollo tecnológico y la infraestructura frente a la demanda.

Relacionamiento interno y externo (RIE). En esta capacidad solo se analizó el interés de la empresa por aprovechar las oportunidades de internacionalización, por ejemplo, de exportación, que se ofrecen en el entorno.

Figura 5.5
Relacionamiento interno y externo (RIE)

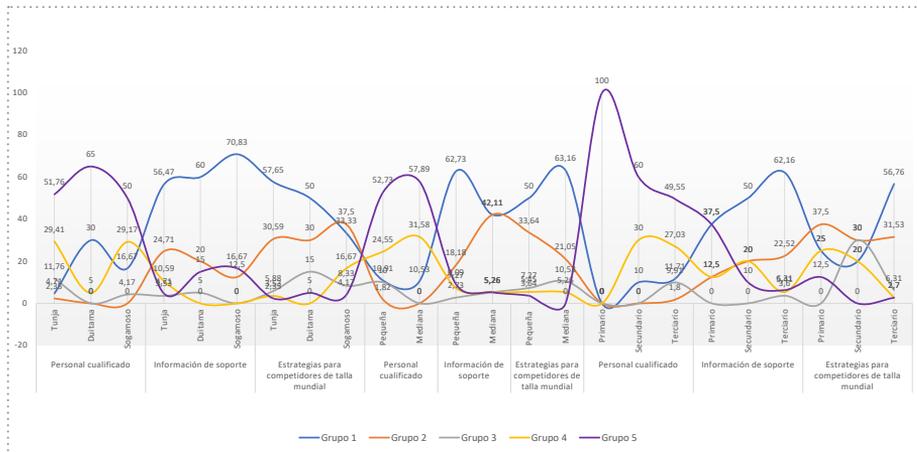


En el aprovechamiento de oportunidades internacionales, el 60 % de las pymes del sector secundario, el 50 % del primario, el 42 % de pymes pequeñas, el 32.75 % de la mediana y el 40 % de pymes de Duitama se concentran en el grupo 4. Esto revela que estas pymes han definido y estructurado procesos para aprovechar oportunidades internacionales. De otro lado, el 54.1 % de las pymes de Sogamoso se integra en el grupo 3, lo que indica lo mismo que el dato anterior, pero a través de una aplicación más fragmentada y esporádica.

Por su parte, el 31,5 % de las pymes del sector terciario se concentran en el grupo 2, lo que permite afirmar que estas pymes han contemplado la apertura de nuevos procesos con miras a aprovechar las oportunidades internacionales en el corto y mediano plazo. En complemento, el 12.5 % de las pymes del sector primario, el 1.1 % de las que hacen parte de la jurisdicción de Tunja y el 0.9 % de las medianas se concentraron en el grupo 5; con base en ello, se puede decir que son pymes que han mejorado algunos de los procesos ya implementados con el fin de aprovechar oportunidades internacionales.

Sociedades de conocimiento (SC). En esta capacidad se evaluó la cualificación del personal para comunicarse con otros países y culturas en búsqueda de mercados; además, se tuvo en cuenta el nivel de documentación de la pyme para afrontar las actividades de internacionalización y la aplicación de estrategias para interactuar con competidores de talla mundial.

Figura 5.6
Información y sociedad del conocimiento



Respecto a la cualificación del personal para comunicarse con otros países y culturas, en búsqueda de mercados, se identificó que el 100 % de las pymes del sector primario, el 60 % de las del sector secundario, el 49.5 % del sector terciario, el 65 % de las de Duitama, el 51.7 % de las de Tunja y el 50 % de las de Sogamoso, el 57.8 % de las medianas

y el 52.7 % de las pequeñas se concentraron en el grupo 5, este sería un indicador de que las pymes de la lista han mejorado algunos de los procesos ya implementados que les permiten cualificar al personal para comunicarse con otros países y culturas en busca de mercados.

Por otra parte, el 31.5 % de las empresas medianas, el 24.5 % de las pequeñas, el 30 % de las del sector secundario, el 27 % del terciario, el 29.4 % de las de Tunja y el 29.1 % de las de Sogamoso se vinculan al grupo 4, lo que permite identificar que estas pymes han definido y estructurado procesos que les permiten cualificar a su personal para comunicarse con otros países y culturas en pro de hallar nuevos mercados. Cabe resaltar que el 30 % de las pymes de Duitama, el 16.6 % de las de Sogamoso y 4.7 % de las de Tunja, el 11.7 % del sector terciario, el 10 % del secundario, el 10.9 % de tipo pequeña y el 10.5 % de las medianas se han concentrado en el grupo 1. Con base en lo anterior, se puede observar que estas pymes no pretenden cualificar al personal para comunicarse con otros países y culturas para rastrear nuevos mercados.

En cuanto a la documentación de la pyme para afrontar las actividades de internacionalización se observó que el 70.8 % de las pymes en Sogamoso, el 60 % de las de Duitama, el 56.4 % de las de Tunja, el 62.7 % de las pequeñas, el 42.1 % de las medianas y el 62.1 % del sector terciario, así como el 50 % de las del secundario y el 37.5 % de las del primario, se han integrado en el grupo 1. Este dato revela que son pymes que no tienen la intención de documentarse con información que les permita afrontar las actividades de internacionalización, y que tampoco lo contemplan para su futuro próximo. Se resalta que el 42,1 % de las pymes de tipo mediana, el 18.1 % de las pequeñas, el 22.5 % de las del sector terciario, el 20 % de las del secundario, el 24.7 % de las pymes de Tunja y el 20 % de las de Duitama se han agremiado en el grupo 2. Esto muestra que no se han animado a iniciar procesos de información en pro de realizar actividades tendientes a la internacionalización a corto y mediano plazo.

Se resalta que el 37.5 % de las pymes del sector primario, el 10 % de las del secundario, el 6.3 % del terciario, el 16.6 % de las de Sogamoso, el 15 % de las de Duitama, el 4.7 % de las de Tunja, el 9 % de las de tipo pequeña y el 5.2 % de las medianas se han reunido en el grupo 5, lo

que las ubica en la posición más alta de la escala, ya que han optimizado algunos procesos que les permiten documentarse con información para sacar provecho de la internacionalización.

En relación con las estrategias para entrar o participar con competidores de talla mundial, el 63.1 % de las medianas, el 50 % de las pequeñas, el 57.6 % de las pymes en Tunja, el 50 % de las de Duitama y el 56.7 % de pymes del sector terciario se ubican en el grupo 1, es decir, no desean establecer estrategias para entrar en contacto con competidores de talla mundial, ni siquiera lo contemplan para su futuro cercano. De otra parte, el 37.5 % de las pymes del sector primario, el 31.5 % del terciario, el 30 % del secundario, el 33.6 % de tipo pequeña, el 21 % de las medianas, así como el 37.5 % de las de Sogamoso, el 30.5 % de las de Tunja y el 30 % de las de Duitama, se concentran en el grupo 2. Apenas puede decirse que han contemplado establecer estrategias para dialogar con competidores de talla mundial en el corto y mediano plazo. Cabe agregar que el 30 % de las pymes del sector secundario y el 15 % de las de Duitama se han concentrado en el grupo 3, de ahí que se infiera que estas pymes han definido y estructurado algunos procesos para establecer estrategias para entrar o participar con competidores de talla mundial (con mayor interés que las del grupo anterior).

A manera de resumen, por cada grupo (que representa el grado de desarrollo y consolidación de las capacidades) se establece el nivel de concentración de las empresas para cada una de las catorce variables analizadas. El nivel de concentración se refiere a la cantidad de empresas que se registran en cada grupo, por categoría, el cual se pondera a través de cinco escalas: muy baja, baja, media, media-alta y alta. Este recuento permite proponer una mirada amplia de las condiciones actuales en las que las empresas estudiadas han desarrollado y consolidado, o no, cada variable (por cada categoría de capacidades) con miras a procesos de internacionalización.

Figura 5.7

Concentración de las empresas por grupo y variables analizadas

Capacidades estudiadas y variables para cada una	Agrupación de las empresas, según el grado de desarrollo de capacidades				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
	Empresas que no muestran interés alguno en la internacionalización, ni la contemplan para su futuro cercano	Empresas que han contemplado iniciar procesos de internacionalización en el corto plazo y mediano plazo	Empresas que han definido algunos procesos y los ejecutan de manera fragmentada y esporádica	Empresas que tienen definidos y estructurados procesos de internacionalización	Empresas que han mejorado algunos de los procesos ya implementados para internacionalización
Capacidad humana (CH)					
1. Conocimiento de las oportunidades de internacionalización	Muy baja	Muy baja	Media alta	Alta	Media
2. Necesidades de fortalecimiento en capacidades para la internacionalización	Alta	Media alta	Media	Baja	Muy baja
Desarrollo de productos y procesos (DPP)					
3. Implementación de indicadores y evaluación	Media-alta	Muy baja	Media-alta	Muy baja	Alta

4. Obstáculos logísticos y restricciones del mercado	Alta	Baja	Muy baja	Muy baja	Baja
Capacidad: jalonamiento competitivo e innovación (INJ)					
5. Adaptación al cambio y cantidad de cambios realizados	Muy baja	Media	Media-alta	Alta	Baja
6. Recurso humano formado en innovación en la empresa	Media-alta	Alta	Media	Muy baja	Muy baja
7. Ventaja competitiva y adecuación a la demanda	Muy baja	Media	Media-alta	Media	Media
8. Estado del proceso de propiedad intelectual	Alta	Media-alta	Media	Muy baja	Muy baja
9. Valor agregado, procesos propios y fases en cada uno	Alta	Media-alta	Media	Muy baja	Muy baja
10. Desarrollo tecnológico adaptable	Baja	Media	Media-alta	Media-alta	Muy baja

Capacidad: relacionamiento interno y externo (RIE)					
11. Aprovechamiento de oportunidades para internacionalización (intercambios, misiones, etc.)	Baja	Media	Media-alta	Alta	Baja
Capacidad: información y sociedades del conocimiento (SC)					
12. Personal cualificado y equipado para contactarse con otros países	Baja	Muy baja	Muy baja	Media	Alta
13. Información y documentación de soporte para procesos de internacionalización	Alta	Media-alta	Muy baja	Baja	Baja
14. Estrategias para competidores de talla mundial	Media-alta	Media-alta	Media	Baja	Muy baja

Así, por ejemplo, en las variables 2(CH), 4(DPP), 8(INJ), 9(INJ) y 13(SC), una alta concentración de empresas no muestra interés alguno en aproximarse a procesos de internacionalización (grupo 1), ni lo contempla para su futuro cercano. En otras palabras, el 35 % de las empresas no muestra interés alguno en una variable por cada categoría de capacidades para internacionalización analizadas. De otra parte, en la variable

6(INJ), relacionada con la preparación del personal para procesos de innovación, es donde se registra la más alta concentración de empresas. Contrario al grupo 1, las demás empresas tienen planeado, en el corto y mediano plazo, iniciar procesos de formación de personal en innovación, variable básica para los procesos de internacionalización.

En el grupo 4, la mayor concentración de empresa se encuentra en la variable 5(INJ), lo cual evidencia que muchas empresas ya tienen procesos definidos en cuanto a adaptación al cambio y cantidad de transformaciones realizadas, con miras a procesos de internacionalización. Esto indica que en la categoría de capacidades de innovación y jalonamiento competitivo (IJC) muchas empresas han materializado cambios concretos enfocados en dicho proceso.

En esta lógica, la situación ideal sería que la totalidad de las empresas (en todas las variables) estuvieran concentradas en el grupo 5 o, por lo menos, en el 4. Sin embargo, para el grupo 5 se observa que solo en dos variables 3(DPP) y 12(SC) –es decir, solo el 14 % de las catorce variables en cuestión– registran una alta concentración. Esto manifiesta que gran parte de las empresas ha implementado y mejorado procesos relacionados con indicadores, y ha asignado y fortalecido personal con miras a procesos de internacionalización. Para el grupo 4, la mayor concentración se observa en tres variables: 1(CH), 5(INJ) y 11(RIE), lo que indica que gran parte de las empresas analizadas tienen ya definidos procesos para reconocer aspectos de la internacionalización; por ello han implementado cambios y han aprovechado escenarios enfocados en ese proceso.

La perspectiva analítica de la variable 8(INJ), relativa a la propiedad intelectual, deja ver que la mayor concentración de empresas está en el grupo 1; y la menor, en los grupos 4 y 5. Significa esto que son muy pocas las empresas que han definido y mejorado procesos relativos al tema con miras a la internacionalización. Por el contrario, son muchas las que no muestran interés alguno en el mismo tema.

En fin, son diversas las interpretaciones que se pueden extraer de la valoración global de las actuales circunstancias que arroja esta investigación, a partir del resumen que se presenta en la Figura 5.7. Aún más cuando se precisa con cifras, solo como ejemplo: en las variables

3(DPP) y 12(SC) hay 58 y 69 empresas, respectivamente, en el grupo 5. Eso indica que, aunque se está relativamente lejos de una situación ideal, al menos en estas dos variables ya hay una alta concentración de empresas que están en un óptimo camino hacia procesos de internacionalización de forma consciente y deliberada. Datos más precisos, producto de esta investigación, serán objeto de una posterior publicación.

5. Conclusiones

Como se evidencia en la investigación, la mayor parte de las capacidades que involucran la I4.0 se encuentran en los grupos 1, 2 y 3, lo cual significa que para procesos de internacionalización las barreras son altas para la mayoría de las empresas que hicieron parte del estudio. Sin embargo, la Industria 4.0 ofrece una serie de beneficios a las empresas, relacionadas, por ejemplo, con eficiencia, velocidad, calidad, producción personalizada y costos reducidos, resultados que se pueden lograr a través de la adaptación inicial de las empresas (Duman y Akdemir, 2021), lo que a su vez hace visible una de las necesidades tecnológicas de adaptación más urgentes de la actualidad para el tejido empresarial de la región.

Si bien dentro de la investigación tan solo el 8 % de las empresas son del sector secundario, los datos revelan que las capacidades DPP y INJ están en el grupo 2. Eso significa que estas empresas han contemplado iniciar procesos de internacionalización en el mediano y corto plazo. Lo anterior puede ser explicado en virtud de que se trata de capacidades que involucran barreras técnicas difíciles de superar en países en desarrollo (Elhousseiny y Crispim, 2022; León-García y Bermúdez-Segura, 2021). Esta situación supone una ventaja, en el sentido de que las oportunidades que ofrece la I4.0 pueden motivar a los empresarios, especialmente de empresas pequeñas, a introducirlas en sus procesos de negocio (Horváth y Szabó, 2019).

Una de las variables que menos empresas han consolidado es la que está relacionada con los procesos de propiedad intelectual y formación de recurso humano para emprender procesos innovadores enfocados, ambos, hacia la internacionalización y soportados en la I4.0. Por el

contrario, las variables en las que un número mayor de empresas ha mejorado son aquellas relacionadas con la implementación de indicadores y la cualificación de personal. Esto concuerda con lo hallado en la literatura respecto a la generación de capacidades para el aprovechamiento de ventajas comparativas que un territorio ofrece, combinadas con el fortalecimiento del capital humano para potenciarlas y convertirlas en bienes y servicios que, a su vez, podrán robustecer la competitividad de una industria e insertarla en la economía global.

6. Referencias

- Agostini, L., y Nosella, A. (2020). The adoption of Industry 4.0 technologies in SMEs: results of an international study. *Management Decision*, 58(4), 625-643. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-0973>
- Al-Edenat, M. (2021). Organizational competencies toward digital transformation at the events of disruptive changes: an operational process innovation perspective. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 33(4), 690-710. <https://doi.org/10.1108/CR-05-2021-0081>
- Álvarez-Aros, E. L., y Bernal-Torres, C. A. (2021). Technological competitiveness and emerging technologies in industry 4.0 and industry 5.0. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(1). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191290>
- Andersen, A., Larsen, J., Nielsen, K., Brunoe, T., y Ketelsen, C. (2018). *Exploring Barriers toward the Development of Changeable and Reconfigurable Manufacturing Systems for Mass-Customized Products: An Industrial Survey*. [Paper presented at the Springer Proceedings in Business and Economics]. Springer Publishing Company. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77556-2_8
- Ardito, L., Cerchione, R., Mazzola, E., y Raguseo, E. (2021). Industry 4.0 transition: a systematic literature review combining the absorptive capacity theory and the data-information-knowledge hierarchy. *Journal of Knowledge Management*, 26(9), 2222-2254. <https://doi.org/10.1108/JKM-04-2021-0325>

- Arteaga, J., García, A., y Miranda, M. (2017). La estrategia de internacionalización de la empresa. En J. Arteaga (Ed.), *Manual de Internacionalización. Técnicas y herramientas necesarias para afrontar con éxito el proceso de internacionalización*. ICEX.
- Autio, E., Sapienza, H. J., y Almeida, J. G. (2000). Effects of Age at Entry, Knowledge Intensity, and Imitability on International Growth. *The Academy of Management Journal*, 43(5), 909-924. <https://doi.org/10.2307/1556419>
- Avdeeva, E., Averina, T., Butyrina, N., y Perevalova, O. (2021). Transformation of the industrial sector into an information-networked environment within industry 4.0: Prospects and challenges. *AIP Conference Proceedings* 2402(1), e040024. <https://doi.org/10.1063/5.0071718>
- Bag, S., Gupta, S., y Kumar, S. (2021). Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, (231), e107844. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107844>
- Bal, H. Ç., y Erkan, Ç. (2019). Industry 4.0 and competitiveness. *Procedia computer science*, (158), 625-631. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
- Balouei Jamkhaneh, H., Shahin, A., Parkouhi, S. V., y Shahin, R. (2022). The new concept of quality in the digital era: a human resource empowerment perspective. *TQM Journal*, 34(1), 125-144. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2021-0030>
- Becker, G. (1975). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Columbia University Press.
- Benzidia, S., Makaoui, N., y Subramanian, N. (2021). Impact of ambidexterity of blockchain technology and social factors on new product development: A supply chain and Industry 4.0 perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, (169). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120819>

- Bettiol, M., Capestro, M., De Marchi, V., Di Maria, E., y Sedita, S. (2020). Industrial districts and the fourth industrial revolution. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 31(2), 12-26. <https://doi.org/10.1108/CR-12-2019-0155>
- Bezchinsky, G. (2003). *Internacionalización y desarrollo de mercados. Aportes para una estrategia PyME en Argentina*. CEPAL.
- Bienhaus, F., y Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. *Business Process Management Journal*, 24(4), 965-984. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2017-0139>
- Calış Duman, M., y Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting and Social Change*, (167), <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120615>
- Cassetta, E., Monarca, U., Dileo, I., Di Bernardino, C., y Pini, M. (2020). The relationship between digital technologies and internationalisation. Evidence from Italian SMEs. *Industry and Innovation*, 27(4), 311-339. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1696182>
- Ciffolilli, A., y Muscio, A. (2018). Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies. *European Planning Studies*, 26(12), 2323-2343. <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1529145>
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y Técnicas de Investigación Social*. McGraww Hill.
- Corò, G., Plechero, M., Volpe, M. (2020). Driving factors and effects on SMEs of the adoption of Industry 4.0 technologies: An investigation of Veneto Region. *L'industria*, (2), 215-237.
- Cotrino, A., Sebastián, M., y González-Gaya, C. (2021). Industry 4.0 HUB: A collaborative knowledge transfer platform for small and medium-sized enterprises. *Applied Sciences*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/app11125548>

- Dalmarco, G., Teles, V., Uguen, O., y Barros, A. C. (2021). Digital Innovation Hubs: One Business Model Fits All? *Working Conference on Virtual Enterprises*, (629), 441-448. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_41
- Davenport, S. (2005). Exploring the role of proximity in SME knowledge-acquisition. *Research Policy*, 34(5), 683-701. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.006>
- Delios, A., y Beamish, P. (2001). Survival and Profitability: The Roles of Experience and Intangible Assets in Foreign Subsidiary Performance. *Academy of Management Journal*, 44(5), 1028-1038. <https://doi.org/10.2307/3069446>
- Dosi, G., Nelson, R., Winter, S., y Winter, S. (2000). *The nature and dynamics of organizational capabilities*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199248540.001.0001>
- Drucker, P. (1993). *La sociedad postcapitalista*. Editorial Sudamericana.
- Duman, M., y Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting and Social Change*, (167), e120615. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120615>
- Elhusseiny, H. M., y Crispim, J. (2022). SMEs, Barriers and Opportunities on adopting Industry 4.0: A Review. *Procedia Computer Science*, (196), 864-871. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.086>
- Fernández-Ortiz, R., Ortiz, J. A., y San Emeterio, M. C. (2015). Factors that foster export commitment: An empirical study in small and medium-sized enterprises. *Engineering Economics*, 26(3), 272-283. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.3.6456>
- Ferrucci, L., Gigliotti, M., y Runfola, A. (2018). Italian firms in emerging markets: relationships and networks for internationalization in Africa. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 30(5), 375-395. <https://doi.org/10.1080/08276331.2017.1412611>

- Franco, M., Esteves, L., y Rodrigues, M. (2020). Clusters as a Mechanism of Sharing Knowledge and Innovation: Case Study from a Network Approach. *Global Business Review*. <https://doi.org/10.1177/0972150920957270>
- Galeano, M. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad EAFIT.
- Garzoni, A., De Turi, I., Secundo, G., y Del Vecchio, P. (2020). Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach. *Management Decision*, 58(8), 1543-1562. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2019-0939>
- Gashi, P. (2014). Human capital and export decisions: The case of small and medium enterprises in Kosovo. *Croatian Economic Survey*, 16(2), 91-120.
- Gerschütz, B., Sauer, C., Kormann, A., Wallisch, A., Mehlstäubl, J., Alber-Laukant, B., Schleich, B., Paetzold, K., Rieg, F., y Wartzack, S. (2021). *Towards customized digital engineering: Challenges and potentials of adapting digital engineering methods for the product development process*. Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung.
- Götz, M. (2020). Primer on the cluster impact on internationalisation in the form of FDI in the time of industry 4.0. *European Spatial Research and Policy*, 27(1), 195-220. <https://doi.org/10.18778/1231-1952.27.1.09>
- Götz, M. (2021). *Clusters, digital transformation and regional development in Germany*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003005506>
- Government German Federal Report. (2014). *The new High-Tech Strategy-Innovations for Germany*. Federal Ministry of Education Research Berlin.
- Guerrieri, P., y Pietrobelli, C. (2004). Industrial districts' evolution and technological regimes: Italy and Taiwan. *Technovation*, 24(11), 899-914. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00048-8)

- Gulanowski, D., Papadopoulos, N., y Plante, L. (2018). The role of knowledge in international expansion toward an integration of competing models of internationalization. *Review of International Business and Strategy*, 28(1), 35-60. <https://doi.org/10.1108/RIBS-09-2017-0077>
- Harris, S., y Wheeler, C. (2005). Entrepreneurs' Relationships for Internationalization: Functions, Origins and Strategies. *International Business Review*, (14), 187-207. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2004.04.008>
- Henao, R., y Vásquez, J. (2013). Aproximación metodológica al diseño de un instrumento para la realización de diagnósticos sobre las capacidades organizacionales con fines de internacionalización en las pequeñas y medianas empresas del municipio de Medellín (sector: tecnología e innovación). *Revista Civilizar de Empresa y Economía*, 4(8). <https://doi.org/10.22518/2462909X.261>
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., y Baptiste, P. (2008). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Horváth, D., y Szabó, R. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological Forecasting and Social Change*, (146), 119-132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>
- Inan, G., y Bititci, U. (2015). Understanding organizational capabilities and dynamic capabilities in the context of micro enterprises: a research agenda. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (210), 310-319. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.371>
- Jacquez-Hernández, M., y Torre, V. (2018). Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: una revisión de literatura. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6(20), 61-78.
- Jankowska, J. (2011). Measures of company internationalization. *Business and non-profit organizations facing increased competition and growing customers' demands*, (10), 419-429.

- Jermittiparsert, K., y Boonratanakittiphumi, C. (2019). The supply chain management, enterprise resource planning systems and the organisational performance of thai manufacturing firms: Does the application of industry 4.0 matter? *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 8(8), 82-102.
- Khin, S., y Mui Hung, D. (2022). Identifying the driving and moderating factors of Malaysian SMEs' readiness for Industry 4.0. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 36(4), 761-779. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2022.2025619>
- Knight, G., y Lieschb, P. (2002). Information internalisation in internationalising the firm. *Journal of Business Research*, 55(12), 981-995. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(02\)00375-2](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(02)00375-2)
- León-García, O., y Bermúdez-Segura, M. (2021). Barriers and driving forces for the implementation of Industry 4.0 in organizations: a state of the art. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(3), 451-466. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n3.2021.13343>
- Ley 905 de 2004. Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones. 2 de agosto de 2004. D.O. No. 45.628.
- Martínez Sánchez, J. (2001). Las ondas largas de Kondratieff. *Filosofía, política y economía en el Laberinto*, (5), 45-60.
- Meza, L. (2016). Internacionalización y creación de nuevos productos y procesos en la industria manufacturera mexicana. *Estudios Económicos*, 31(2), 235-263. <https://doi.org/10.24201/ee.v31i2.17>
- Miocevic, D., y Crnjak-Karanovic, B. (2010). New Realities of the SME Internationalization: A Capability Perspective. *Ekonomika Istrazivanja*, (23), 43-56. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2010.11517422>

- Mubarik, M., Devadason, E., y Govindaraju, C. (2020). Human capital and export performance of small and medium enterprises in Pakistan. *International Journal of Social Economics*, 47(5), 643-662. <https://doi.org/10.1108/IJSE-03-2019-0198>
- Nguyen, A. T. (2022). Industry 4.0 competencies: a model for the Vietnamese workforce. *Industrial and Commercial Training*, 54(2), 201-219. <https://doi.org/10.1108/ICT-08-2021-0057>
- Pacaux-Lemoine, M. P., Sallak, M., Sacile, R., Flemisch, F., y Leitão, P. (2022). Introduction to the special section humans and industry 4.0. *Cognition, Technology and Work*, 24(1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10111-022-00696-1>
- Pawlyszyn, I., Fertsch, M., Stachowiak, A., Pawlowski, G., y Oleśków-Szlapka, J. (2020). The model of diffusion of knowledge on industry 4.0 in Marshallian clusters. *Sustainability*, 12(9), e3815. <https://doi.org/10.3390/su12093815>
- Pfeiffer, S. (2016). Robots, industry 4.0 and humans, or why assembly work is more than routine work. *Societies*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/soc6020016>
- Restrepo, J., y Vanegas, J. (2015). Internacionalización de las pymes: análisis de recursos y capacidades internas mediante lógica difusa. *Contaduría y administración*, (60), 836-863. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.07.008>
- Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la Industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Ruohomaa, H., Kantola, J., y Salminen, V. (2018). Value network development in industry 4.0 environment. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60372-8_4
- Schumpeter, J. (1939). *Business cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process* (Vol. 1). McGraw-Hill.

- Suh, Y., y Kim, M. S. (2014). Internationally leading SMEs vs. internationalized SMEs: Evidence of success factors from South Korea. *International Business Review*, 23(1), 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2013.03.002>
- Surie, G. (2020). Strategies for competitiveness in a digital world. *Towards the Digital World and Industry X.0 - Proceedings of the 29th International Conference of the International Association for Management of Technology*, IAMOT 2020.
- Thekkoote, R. (2022). Enabler toward successful implementation of Quality 4.0 in digital transformation era: a comprehensive review and future research agenda. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 39(6), 1368-1384. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2021-0206>
- Villarreal, O. (2008). La internacionalización de la empresa: el modelo de las diez estrategias. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 1(1), 67-81.
- Vuorio, A., Torkkeli, L., y Sainio, L. M. (2020). Service innovation and internationalization in SMEs: antecedents and profitability outcomes. *Journal of International Entrepreneurship*, 18(1), 92-123. <https://doi.org/10.1007/s10843-019-00266-z>
- Wijewardhana, G., Weerabahu, S., Nanayakkara, J., y Samaranayake, P. (2021). New product development process in apparel industry using Industry 4.0 technologies. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(8), 2352-2373. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2020-0058>
- Yoon, J., Sung, S., y Ryu, D. (2020). The role of networks in improving international performance and competitiveness: Perspective view of open innovation. *Sustainability*, 12(3), e1269. <https://doi.org/10.3390/su12031269>
- Zimmermann, K. (1987). Trade and dynamic efficiency. *Kyklos*, 40(1), 73-87. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1987.tb02399.x>