

Artículo de Investigación

Cooperación en innovación y capacidades tecnológicas: Un análisis del sistema de innovación en Ecuador

Cooperation in innovation and technological capabilities: an analysis of the innovation system in Ecuador

Byron Rojas Loza¹: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

bgrojas@espe.edu.ec

Edison Sarzosa Eras: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

ersarzosa@espe.edu.ec

Lenin Ballesteros Trujillo: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

lballesteros@espe.edu.ec

María Merchán Maldonado: Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

mfmerchan@espe.edu.ec

Fechas de Recepción: 26/11/2024

Fecha de Aceptación: 27/12/2024

Fecha de Publicación: 01/01/2025

Cómo citar el artículo

Rojas Loza, B., Sarzosa Eras, E., Ballesteros Trujillo, L. y Merchán Maldonado, M. (2025). Cooperación en innovación y capacidades tecnológicas: Un análisis del sistema de innovación en Ecuador [Cooperation in innovation and technological capabilities: an analysis of the innovation system in Ecuador]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-25. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-696>

Resumen

Introducción: El documento examina cómo las relaciones de cooperación en actividades de innovación afectan las capacidades tecnológicas de las empresas ecuatorianas. Las capacidades tecnológicas, cruciales para generar ventajas competitivas, están influenciadas por características empresariales, bases de conocimiento y el contexto institucional. **Metodología:** Se utilizan

¹ **Autor Correspondiente:** Byron Rojas Loza. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (España).

modelos de regresión logística ordinal para analizar estas relaciones, con una variable dependiente ordinal que toma valores de 0 a 2, representando distintos niveles de capacidades tecnológicas. **Resultados:** La investigación revela que el 71% de las empresas cooperan en actividades de búsqueda de información, el 47% en asistencia técnica, el 41% en pruebas de producto y el 40% en capacitación. **Discusión:** Las empresas con mayores capacidades tecnológicas tienden a involucrarse en actividades de mayor complejidad tecnológica. Además, se encontró que, en países en desarrollo como el Ecuador, las empresas cooperan más en actividades como búsqueda de información y asistencia técnica, y menos en actividades avanzadas como I+D. **Conclusiones:** Estas relaciones de cooperación permiten a las empresas acceder a recursos adicionales, reducir costos y distribuir riesgos, contribuyendo al incremento de sus capacidades tecnológicas y fomentando la innovación.

Palabras clave: Innovación; tecnológicas; empresas; ecuatorianas; desarrollo, capacidades; cooperación; Ecuador.

Abstract

Introduction: The document examines how cooperation relationships in innovation activities affect the technological capabilities of Ecuadorian firms. Technological capabilities, crucial for generating competitive advantages, are influenced by firm characteristics, knowledge bases, and the institutional context. **Methodology:** Ordinal logistic regression models are used to analyze these relationships, with an ordinal dependent variable ranging from 0 to 2, representing different levels of technological capabilities. **Results:** The research reveals that 71% of firms cooperate in information search activities, 47% in technical assistance, 41% in product testing, and 40% in training. **Discussions:** Firms with higher technological capabilities tend to engage in more complex technological activities. Additionally, it was found that in developing countries with Ecuador, firms cooperate more in activities such as information search and technical assistance, and less in advanced activities like R&D. **Conclusions:** These cooperation relationships enable firms to Access additional resources, reduce costs, and distribute risks, thereby contributing to increasing their technological capabilities and fostering innovation.

Keywords: Innovation; Technological; Companies; Ecuadorian; Development; Capabilities; Cooperation; Ecuador.

1. Introducción

Los constantes cambios en la economía mundial y los requerimientos actuales de la globalización impulsan a las empresas de las economías emergentes hacia la necesidad de utilizar, adaptar, cambiar, crear y mejorar su tecnología según el sector al que pertenecen, con el fin de que, puedan enfrentar las nuevas exigencias del mercado (García Velázquez, A. *et al.*, 2016).

El crecimiento y el desarrollo económico sostenido, siempre se han relacionan positivamente con la creciente innovación, condicionada por la evolución de las capacidades tecnológicas (Sociedad *et al.*, 2021). La capacidad tecnológica se la define como la habilidad de manejar adecuadamente el conocimiento tecnológico en producción, ingeniería e innovación, favoreciendo así, la creación de nuevas tecnologías y la reproducción de nuevos productos y procesos en reacción al ambiente económico cambiante (Kim, 1980).

Esta capacidad tecnológica es crucial para que las empresas generen ventajas competitivas (Nelson, 1991). Sin embargo, la distribución de dichas capacidades no se la realiza en forma equitativa, varían de acuerdo con la industria, el tamaño de la empresa, el nivel de desarrollo y el país (Sociedad *et al.*, 2021). Además, dichas capacidades tecnológicas están influenciadas y/o dependen de las características empresariales, las bases de conocimiento, el contexto institucional y sus sistemas sectoriales en el que se desempeñan (Lugones *et al.*, 2007; Malerba, 2005).

De modo similar, las relaciones de cooperación con socios externos, mejoran y fortalecen las capacidades tecnológicas de las empresas, les permiten acceder a recursos complementarios, reducir costos de transacción y distribuir riesgos (Belderbos *et al.*, 2006; Miotti y Sachwald, 2003).

Del mismo modo, dichas colaboraciones producen externalidades del conocimiento mediante la absorción de información externa entre cooperantes, favoreciendo la innovación (Belderbos *et al.*, 2006; Bönte y Keilbach, 2004). Varios estudios empíricos han utilizado variables ordinales para medir estas capacidades tecnológicas, organizándolas conforme a las actividades de innovación y tecnologías que las empresas utilizan para entrar a los mercados competitivos (Iammarino *et al.*, 2012; B. A. y Lundvall, 2009).

Dichos estudios y resultados proponen que el progreso de las capacidades tecnológicas tiene que ver con características internas de las empresas, el contexto institucional y la industria en la que trabajan (Iammarino *et al.*, 2012).

En este sentido, el dominio del contexto institucional, las capacidades físicas, económicas y sociales, sumadas al crecimiento de las capacidades tecnológicas, están forzando las relaciones de cooperación que las empresas fundan con los socios externos para innovar (clientes, proveedores, instituciones financieras, organizaciones públicas, universidades, centros de investigación, instituciones tecnológicas, organizaciones que establecen estándares o reglamentaciones y hasta con empresas competidoras) (García, 2005).

Dichas relaciones permiten a las empresas abastecerse de recursos adicionales, reducir los costos y gastos de transacción y dividir los riesgos frente al desasosiego del desarrollo tecnológico. Asimismo, las investigaciones sobre los determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas se interesan en analizar los vínculos de cooperación con socios externos y como estos influyen en el crecimiento empresarial (Iammarino *et al.*, 2012).

Autores como Iammarino *et al.* (2012) estudiaron el resultado de cooperar con distintos asociados en tareas de Investigación y Desarrollo (I+D) en las capacidades tecnológicas de las empresas del Reino Unido, y descubrieron que la asistencia de otras empresas, clientes y proveedores, actúa más en el desarrollo de las capacidades tecnológicas. Igualmente, el análisis de (Divella, 2017) explora la relación entre las capacidades tecnológicas y las relaciones de cooperación, descubriendo que la asistencia o cooperación con diferentes socios, presenta una relación directa positiva en la generación de innovaciones en cooperación.

Por tanto, la conveniencia de la cooperación regional no parece verse superada por la necesidad de buscar socios de cooperación en un ámbito mundial, es decir, la cooperación regional actúa tanto en la generación de conocimientos especializados y no redundantes de innovación, mientras que la cooperación internacional influye solo en la innovación a través de la adopción (Divella, 2017).

Sin embargo, las capacidades tecnológicas de las empresas, difieren ampliamente entre naciones desarrolladas y emergentes (Lugones *et al.*, 2007; B.-Å. Lundvall, 2011; Makkonen, 2015). En los países emergentes, en general, las empresas presentan limitadas capacidades tecnológicas, lo que obstaculiza la inclusión de actividades de innovación avanzadas como por ejemplo la I+D (Lugones *et al.*, 2007).

Aun cuando existen estudios que reconocen los elementos que influyen en las capacidades tecnológicas de las empresas, la mayoría se han realizado en países desarrollados (Divella, 2017; Domínguez & Brown, 2004; Iammarino *et al.*, 2012; Wignaraja, 2002). No obstante, las capacidades tecnológicas de las empresas discrepan ampliamente entre las naciones desarrolladas y en vías de desarrollo (B.-Å. Lundvall, 2011; Makkonen, 2015).

Particularmente, en los países en desarrollo, la totalidad de las empresas tiene insuficientes capacidades tecnológicas, lo cual les dificulta participar en actividades de innovación avanzadas, como la investigación y desarrollo (I+D) (Makkonen, 2015).

Por consiguiente, la mayoría de las empresas piensan que la innovación es un argumento interno y la minoría de dichas empresas establecen relaciones de cooperación con otros actores del sistema de innovación y, cuando lo logran, estas relaciones se dan a nivel interno de la I+D, la calificación laboral y la probabilidad de innovaciones y vínculos de investigación, pero no intensifican la I+D externa ni la cooperación con proveedores o clientes. (Fernández-Sastre y Martín-Mayoral, 2015).

En cierto modo, no existe ninguna investigación que examine cómo las asociaciones de cooperación afectan positivamente a las capacidades tecnológicas de las empresas de un país en desarrollo, a pesar de que, tanto las capacidades tecnológicas como las relaciones de cooperación difieren en comparación con los países desarrollados (Divella, 2017; Iammarino *et al.*, 2012).

Por otra parte, al analizar la afectación de la cooperación de socios externos en las capacidades tecnológicas de las empresas en un país desarrollado, vemos que estas son diferentes a las de los países emergentes (Fernández-Sastre y Martín-Mayoral, 2016; Figueiredo y Piana, 2021).

La mayor parte de las empresas no participan en investigación y desarrollo (I+D), en realidad progresan en varias actividades de innovación, por ejemplo, el proceso de ingeniería y diseño, pruebas de productos, capacitación o asistencia técnica y obtención de información tecnológica (Wignaraja, 2002).

En ese sentido, la innovación contribuye en los procesos de aprendizaje de las empresas, cuando cooperan en actividades de innovación para incrementar sus capacidades tecnológicas (Figueiredo y Piana, 2021).

Por eso, en un mundo globalizado y en evolución, es relevante pensar de qué manera las alianzas con socios externos, en diferentes actividades de innovación, impactan en las capacidades tecnológicas de las empresas.

Como se indicó con antelación, las capacidades tecnológicas exploran conocimiento e información sobre tecnologías existentes para adquirir, asimilar, adaptar, imitar e innovar sobre dichas tecnologías (Kim, L., 2001).

Pero, las empresas no llevan a cabo este proceso de manera independiente; la mayoría recurre a agentes tecnológicos para obtener asistencia técnica, capacitaciones o colaborar en otros proyectos de innovación (Dahlman *et al.*, 1987). Por ello, todas las empresas anhelan mejorar y crear tecnología mediante la cooperación externa, con el fin de que, puedan complementar sus capacidades tecnológicas o sus iniciativas de I+D.

Es fundamental entonces analizar cómo la cooperación externa influye en las capacidades tecnológicas de las empresas, diferenciando el tipo de actividades de innovación como I+D, ingeniería y diseño, pruebas de productos, asistencia técnica, capacitación y búsqueda de información de las empresas.

1.1. Capacidad tecnológica

El concepto de capacidad tecnológica ha sido ampliamente discutido y definido por diversos autores. Dahlman *et al.* (1987) describen a la capacidad tecnológica como la habilidad de las empresas para elegir, adquirir, asimilar, utilizar y adaptar la tecnología existente, así como modificar y crear nuevas tecnologías. Asimismo, esta capacidad no solo se centra en la utilización de tecnologías existentes, sino también en la introducción de nuevos procesos y productos en el mercado (Kim, 1980; Revista Internacional de Ciencias Sociales, 2001).

Por otra parte, el aumento de capacidades tecnológicas en las empresas exige inversiones en asistencia técnica, capacitación de empleados, expansión de instalaciones, adquisición de recursos tecnológicos y actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Lall, 1992). Bell (1995) amplía esta definición al incluir la importancia de la estructura institucional y los vínculos tecnológicos que las empresas establecen con otros agentes, como clientes, competidores, proveedores, universidades, laboratorios y organismos públicos de ciencia y tecnología.

Igualmente, la capacidad tecnológica es un activo estratégico que provoca un alto nivel tecnológico de las innovaciones en las empresas, con el fin de introducirse a un mercado competitivo (Hsieh y Tsai, 2007). Cuanto mayor es la capacidad tecnológica de una empresa, mayor será su capacidad para crear nuevos productos y procesos innovadores (Kim, 1995).

Sin embargo, el desarrollo de capacidades tecnológicas es un proceso gradual, comenzando con actividades simples y avanzando hacia actividades más complejas (Wignaraja, 2002). Además, la construcción de capacidades tecnológicas se realiza a través del tiempo mediante procesos de aprendizaje y acumulación de conocimiento en diversas etapas (Dutrénit, 2004).

Por eso, en las primeras etapas las empresas buscan información sobre tecnologías y obtienen equipos o tecnologías empaquetadas para implementar en sus procesos de producción (Kim, 1995). En consecuencia, a medida que las empresas adecuan tecnología a sus necesidades, la asistencia técnica y la capacitación del personal se vuelven esenciales para mejorar los procesos de producción y de ingeniería (Dahlman *et al.*, 1987).

Igualmente, la experiencia adquirida por las empresas permite asimilar tecnologías importadas y participar en actividades más engorrosas como la imitación de productos terminados y el desarrollo de nuevos productos a través de actividades de I+D (Kim, 1995).

De ahí que, en varias empresas se hallan diversas fases de construcción con respecto a las capacidades tecnológicas, algunas de ellas están comprometidas en actividades de innovación simples o habituales, mientras que, otras empresas están incrementando actividades de imitación o innovaciones más complejas basadas en I+D (Lall, 1992).

En la mayor parte de países, las empresas, al momento de contar con capacidades tecnológicas actuales y nuevas oportunidades, se enfrentan a nuevos desafíos, y si no se adaptan al entorno de la innovación, pueden perder la ocasión de convertirse en innovadores mundiales (Marin y Stubrin, 2017). Incluso, estas empresas con alto potencial, para dotarse de capacidad tecnológica, pueden expandirse innovando e introduciéndose en nuevos mercados, sin considerar su demanda actual, siempre y cuando disponga de suficientes recursos propios. Entonces, su expansión obedece a sus capacidades tecnológicas y recursos internos (De Viteri Arranz, 2000).

Del mismo modo, el incremento de las capacidades tecnológicas está afectado tanto por los factores internos como externos (Lall, 1992; Nelson, 1991). Interiormente, el tamaño de las empresas influye positivamente en las capacidades tecnológicas, puesto que las empresas grandes poseen un considerable acceso a fuentes de financiación, recursos tecnológicos y mejor gestión de costos (Piga y Vivarellià, n.d.; Wignaraja, 2002).

Asimismo, las empresas grandes también son atractivas para la asociatividad en actividades de innovación (Belderbos *et al.*, 2006). Pertenecer a un grupo extranjero puede estimular el incremento de capacidades tecnológicas al acceder a las fuentes de información externa, aunque puede ocurrir efectos negativos si las funciones de I+D se mantienen en el país extranjero (Iammarino *et al.*, 2012; Lall, 1992).

Por otro lado, la edad de las empresas es otro factor a considerar, ya que, las empresas de reciente creación disponen de insuficientes conocimientos y experiencia para explotar y fructificar la tecnología, mientras que, las empresas con más tiempo de presencia han depositado conocimientos y experiencias para innovar (Sorensen y Stuart, 2000).

De forma complementaria, el perfil de cualificación de los trabajadores influye también de manera directa en la capacidad tecnológica. Los empleados mejor preparados poseen un alto potencial de aprendizaje y desarrollo de conocimientos y habilidades para la adaptación tecnológica (Archibugi y Coco, 2005; Cerulli y Filippetti, 2012).

Finalmente, las inversiones en capital fijo además son cruciales para sujetar una alta tecnología y desarrollar una estructura productiva correcta (Lall, 1992).

1.2. Cooperación en actividades de innovación y capacidad tecnológica

La interacción con socios externos es trascendente para el crecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas, la cooperación facilita a las empresas extender su línea de conocimientos, dividir los riesgos, costos y enfrentar la ascendente complejidad tecnológica (Laurson & Salter, 2006; Miotti y Sachwald, 2003); además, esto incrementa la productividad innovadora y ayuda al acceso a recursos y conocimientos adicionales (Belderbos *et al.*, 2004).

Por consiguiente, las relaciones de cooperación no únicamente optimizan los procesos de producción a través de la obtención de maquinaria y equipo de mejor clase y menores costos (Tether, 2002); sino que además disminuyen el riesgo copartícipe de la introducción de nuevos productos y servicios en un mercado competitivo (Belderbos *et al.*, 2006).

Igualmente, la contribución con clientes, canales y proveedores, permite a las empresas amoldarse mejor a las necesidades del mercado y aminorar los tiempos de diseño, producción y comercialización (Day, 1994).

Cuando existen altos niveles de competencia tecnológica en el mercado, las empresas cooperan entre competidores para desarrollar productos innovadores y distribuir luego sus conocimientos (Hsieh y Tsai, 2007). Así como también, la cooperación con universidades y centros de investigación logra empujar los proyectos de I+D y la producción de productos altamente novedosos (Becker y Dietz, 2004).

En países emergentes, donde las capacidades tecnológicas se encuentran en fases iniciales, las empresas se ofrecen a cooperar para adquirir y adaptar tecnologías de frontera, más que para desarrollar nuevas innovaciones.

Esta cooperación se centra en actividades como la búsqueda de información, financiamiento, asistencia técnica y capacitación (Fernández Sastre y Vera, 2017), lo que concede a las empresas aumentar sus capacidades tecnológicas y tomar medidas para proyectos más complicados en períodos venideros.

2. Objetivo e hipótesis

Con todo esto, el objetivo de esta investigación es identificar las asociaciones entre las relaciones de cooperación en distintas actividades de innovación (Diseño, I+D, ingeniería, pruebas del producto, asistencia técnica capacitación y búsqueda de información) y las capacidades tecnológicas de las empresas principales de las ciudades de Quito, Guayaquil, Ambato y Cuenca en el Ecuador.

La Hipótesis del estudio señala que, las asociaciones de cooperación en actividades de innovación de alta complejidad, están relacionadas positivamente con mayores capacidades tecnológicas de las empresas en el país.

3. Metodología

La investigación emplea información de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación del Ecuador (ENAI) 2015. Este sondeo agrupa datos sobre actividades de innovación de empresas situadas en diferentes provincias y categorizadas por sector económico, esto es: Minas y Canteras, Manufactura, Servicio y Comercio.

La Tabla 1, que se muestra en la siguiente sección, contiene un total por provincia y un total general. La encuesta agrupa información de 6.275 empresas del Ecuador y abarcó el período de 2012-2014.

De igual manera, ENAI (2015) recoge datos referentes a los diversos tipos de actividades de innovación en las que las empresas cooperaron con socios externos, es decir, ingeniería y diseño, I+D, asistencia técnica, capacitación, información, pruebas de productos y financiamiento. Lamentablemente no existe en el Ecuador información formal que esté más actualizada.

Para verificar la hipótesis de que las relaciones de cooperación en actividades de innovación de alto nivel de complejidad, están relacionadas con mayores capacidades tecnológicas, esta investigación sigue la propuesta metodológica de (Zastempowski *et al.*, (2020); Cevallos T.V., (2022), que emplea el modelo de regresión logística ordinal (ologit), ya que los modelos logísticos ordenados son apropiados para estimar asociaciones estadísticas entre una variable dependiente ordinal y variables explicativas (Greene y Hensher, 2009).

Se considera entonces como variable dependiente la cooperación en actividades de innovación y su carácter ordinal se representa en valores de 0 a 2.

Del mismo modo, el Modelo de Regresión Logística Ordinal también resulta ser útil para predecir una variable dependiente ordinal en función de una o más variables independientes (Fagerland, 2014). También se basa en la probabilidad acumulada de que una observación se clasifique dentro de una categoría particular de la variable dependiente ordinal (Fagerland, 2014).

Finalmente, se utilizó el método de máxima verosimilitud para obtener estimaciones de los parámetros y la escala ordinal de la variable dependiente tiene valores de 0 a 2 (competencias tecnológicas=0; competencias tecnológicas bajas=1 y competencias tecnológicas altas=2) (Zastempowski *et al.*, 2020).

En esta investigación las variables de interés corresponden a los tipos de cooperación en actividades de innovación, por ejemplo, la búsqueda de información, asistencia técnica, pruebas de producto, capacitación, entre otros.

Por consiguiente, las variables de control corresponden a las características individuales de las empresas (tamaño, origen extranjero, edad, capital humano, inversión en capital fijo, exportación) (Rosero *et al.*, 2015). Es importante señalar que el modelo controla también las características individuales de la empresa (Zoia *et al.*, 2018).

4. Resultados

Como se mencionó anteriormente, los datos para la investigación fueron tomados de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación del Ecuador (ENAI) 2015. Inicialmente, se muestra en la primera parte de los resultados, la descripción de los datos agrupados por provincia y sector de actividad, el tipo de empresas, el nivel de capacidad tecnológica y las variables de cooperación. La Tabla 1, presenta el número de empresas consideradas por provincias y por sectores de actividad.

Tabla 1.*Distribución levantamiento efectivo. Sectores económicos de las empresas*

| Provincia | Minas y Canteras | Manufactura | Servicios | Comercio | Total |
|--------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 49 | 176 | 202 | 150 | 577 |
| 2 | 0 | 4 | 19 | 2 | 25 |
| 3 | 1 | 12 | 31 | 10 | 54 |
| 4 | 0 | 5 | 43 | 12 | 60 |
| 5 | 0 | 39 | 69 | 39 | 147 |
| 6 | 1 | 43 | 76 | 25 | 145 |
| 7 | 55 | 47 | 118 | 95 | 315 |
| 8 | 1 | 22 | 55 | 20 | 98 |
| 9 | 17 | 391 | 482 | 515 | 1405 |
| 10 | 4 | 64 | 73 | 47 | 188 |
| 11 | 3 | 29 | 95 | 49 | 176 |
| 12 | 0 | 33 | 33 | 61 | 127 |
| 13 | 3 | 87 | 144 | 95 | 329 |
| 14 | 0 | 0 | 21 | 4 | 25 |
| 15 | 1 | 6 | 17 | 2 | 26 |
| 16 | 1 | 5 | 19 | 3 | 28 |
| 17 | 84 | 422 | 641 | 553 | 1700 |
| 18 | 3 | 150 | 122 | 95 | 370 |
| 19 | 7 | 0 | 17 | 4 | 28 |
| 20 | 0 | 0 | 23 | 2 | 25 |
| 21 | 2 | 6 | 42 | 14 | 64 |
| 22 | 3 | 9 | 41 | 12 | 65 |
| 23 | 1 | 49 | 76 | 73 | 199 |
| 24 | 1 | 20 | 50 | 28 | 99 |
| Total | 237 | 1619 | 2509 | 1910 | 6275 |

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015. Elaboración propia (2024)

Como el propósito del estudio es determinar cómo las relaciones de cooperación en actividades de innovación se relacionan con las capacidades tecnológicas de las empresas que invierten en actividades de innovación, el análisis se restringe a las empresas innovadoras de la ENAI, que suman un total de 2.725 empresas en el país.

Sobre la base de otros estudios experimentales de capacidades tecnológicas (Iammarino *et al.*, 2012), los diferentes niveles de las capacidades se jerarquizan a través del tipo de actividades de innovación en las que invierten las empresas del país y el tipo de innovación que introducen en el mercado. En ese sentido, esta variable ordinal toma valores entre 0 y 2. Cada categoría expresa lo siguiente:

- Categoría más baja (valor 0): Representa a las empresas con “competencias tecnológicas”, que son aquellas que invirtieron en I+D o en otras actividades de innovación, pero que no introdujeron nuevos (o significativamente mejorados) bienes, servicios o procesos.
- Categoría intermedia (valor 1): Agrupa a las “empresas con capacidades tecnológicas bajas”, incluyendo tanto a las empresas que no invirtieron en actividades de innovación, pero lograron introducir nuevos (o significativamente mejorados) bienes, servicios y procesos, como a las empresas que invirtieron en otras actividades de innovación, pero no en I+D e introdujeron innovaciones.

- Categoría más alta (valor 2): Corresponde a las “empresas con capacidades tecnológicas altas”, que son aquellas que invirtieron en I+D e introdujeron innovaciones.

La Tabla 2, muestra la distribución de estas tres categorías entre las empresas utilizadas en este estudio.

Tabla 2. Muestra de distribución

Distribución de la Variable Dependiente Categórica

| Variable dependiente | Total observaciones | % respecto al total de empresas ENAI | % respecto a las empresas innovadoras |
|---|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Empresas con competencias tecnológicas (valor 0) | 171 | 2,7% | 6,3% |
| Empresas con capacidades tecnológicas bajas (valor 1) | 1411 | 22,5% | 52,0% |
| Empresas con capacidades tecnológicas altas (valor 2) | 1133 | 18,1% | 41,7% |
| Total | 2715 | 43% | 100% |

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015. Elaboración propia (2024).

De las 2.715 empresas innovadoras que existen en el país, el 52,0% tiene capacidades tecnológicas bajas, el 41,7% altas y el 6,3% competencias tecnológicas. Asimismo, la mayoría de las empresas implicadas en la parte de innovación introducen innovaciones al mercado, no obstante, el 6,3% no lo logró.

Por consiguiente, las variables de interés son las relaciones de cooperación en actividades de innovación como I+D, diseño, capacitación, asistencia técnica, información y pruebas de productos, excluyendo la cooperación en financiamiento.

La Tabla 3, define las distintas variables de cooperación y muestra algunos estadísticos descriptivos:

Tabla 3.Distribución de la Variable Dependiente Categórica. *Variable dependiente categórica*

| Nombre de la variable | Descripción | Media | Desviación estándar |
|---------------------------------|---|-------|---------------------|
| Cooperación en I&D | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de I+D durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,131 | 0,338 |
| Cooperación en ingeniería | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en ingeniería y diseño durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,201 | 0,401 |
| Cooperación en capacitación | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de capacitación durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,4 | 0,49 |
| Cooperación en asistencia | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en asistencia técnica durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,468 | 0,499 |
| Cooperación en información | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de búsqueda de información durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,712 | 0,453 |
| Cooperación en pruebas producto | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en desarrollo de productos durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario. | 0,408 | 0,492 |

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015. Elaboración propia (2024)

En los países en desarrollo como es el caso del Ecuador, las empresas tienden a cooperar más en actividades como la búsqueda de información, la asistencia técnica y capacitación, y menos en actividades complejas como I+D y diseño. Las variables de control incluyen características de las empresas, su sector y región de operación.

De acuerdo a la investigación de (Divella, 2017; Iammarino *et al.*, 2012), las capacidades tecnológicas en el Reino Unido están relacionadas con el tamaño, participación internacional, capital humano, sector económico y ubicación. Además, el desarrollo de estas capacidades depende de la juventud de la empresa, apertura internacional y si operan en industrias de tecnología media-alta y alta. Bajo este modelo, se procede a describir las variables concernientes a las características de las empresas en la Tabla 4.

Tabla 4.

Características de las empresas y su descripción. Características individuales de las empresas y su descripción

| Nombre de la variable | Descripción | Media | Desviación estándar |
|------------------------|---|--------|---------------------|
| Tamaño | Logaritmo natural del número de empleados de la empresa en el año 2014. | 3,923 | 1,395 |
| Extranjera | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa forma parte de un grupo empresarial cuya matriz está fuera del Ecuador y 0 en caso contrario. | 0,077 | 0,267 |
| Edad | Número de años de la empresa al año 2014. | 18,675 | 15,341 |
| Capital humano | Número de empleados con título de tercer nivel o más dividido para el número total de empleados. | 0,256 | 0,229 |
| Inversión capital fijo | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa invirtió en capital fijo en al menos uno de los tres años del período 2012-2014 y 0 en caso contrario. | 0,923 | 0,267 |
| Exportadora | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa exportó en al menos uno de los tres años del período 2012-2014 y 0 en caso contrario. | 0,17 | 0,376 |
| Pública | Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa es pública y 0 en caso contrario. | 0,018 | 0,134 |

Fuente: Datos del INEC - ENAI 2015. Elaboración propia (2024).

Tal como se explicó anteriormente, las capacidades tecnológicas de las empresas están influenciadas por el sector al que pertenecen. Para considerar esta relación, se incluyen a continuación controles con variables dicotómicas sectoriales basadas en la intensidad tecnológica según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) Rev. 4.0 a dos dígitos (INEC 2016).

La Tabla 5, muestra la distribución de las relaciones de cooperación en actividades de innovación en función de las empresas con competencias tecnológicas, empresas con capacidades tecnológicas bajas y empresas con capacidades tecnológicas altas.

Tabla 5.

Distribución de las relaciones de cooperación en función de la variable categórica dependiente. Variable categórica dependiente

| Variable categórica dependiente | Coop. en I+D | Coop. en ingeniería y diseño | Coop. en capacitación | Coop. en asistencia técnica | Coop. en información | Coop. en pruebas de productos |
|---|--------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Empresas con competencias tecnológicas (valor 0) | 10 4% | 19 8% | 44 18% | 51 21% | 87 36% | 30 12% |
| Empresas con capacidades tecnológicas bajas (valor 1) | 110 4% | 223 7% | 542 18% | 606 20% | 992 33% | 537 18% |
| Empresas con capacidades tecnológicas altas (valor 2) | 237 8% | 305 10% | 499 16% | 613 20% | 855 28% | 540 18% |
| Total | 357 | 547 | 1085 | 1270 | 1934 | 1107 |
| % | 13% | 20% | 40% | 47% | 71% | 41% |

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015. Elaboración propia (2024).

Según la Tabla 5, el 71% (1.934) de las empresas innovadoras en Ecuador cooperan en actividades de búsqueda de información, el 47% (1.270) en asistencia técnica, el 41% (1.107) en pruebas de producto y el 40% (1.085) en capacitación. Las empresas con competencias tecnológicas cooperan principalmente en búsqueda de información (36%, 87 empresas), asistencia técnica (21%, 51 empresas) y capacitación (18%, 44 empresas).

Las empresas con capacidades tecnológicas bajas cooperan también en búsqueda de información (33%, 992 empresas), asistencia técnica (20%, 606 empresas) y capacitación (18%, 542 empresas). Finalmente, las empresas con capacidades tecnológicas altas cooperan en búsqueda de información (28%, 855 empresas), asistencia técnica (20%, 613 empresas) y pruebas de producto (18%, 540 empresas).

Estos datos indican que las empresas ecuatorianas cooperan principalmente en actividades relacionadas con la explotación del conocimiento tecnológico existente. Las diferencias en las actividades de cooperación según las capacidades tecnológicas de las empresas reflejan cómo estas capacidades influyen en sus estrategias de innovación.

Las empresas con mayores capacidades tecnológicas tienden a involucrarse más en actividades de cooperación que implican un mayor desarrollo y uso avanzado de tecnología, mientras que las de menores capacidades se enfocan en actividades de menor complejidad tecnológica.

Para verificar la hipótesis de que la cooperación en actividades de innovación complejas está relacionada con mayores capacidades tecnológicas empresariales, se utilizó como se aclaró en la metodología, el modelo de regresión logística ordinal (ologit), con la variable dependiente de carácter ordinal (valores de 0 a 2). A saber, este modelo también relaciona linealmente las variables explicativas con los puntos de corte de las categorías de la variable dependiente (STATA BASE REFERENCE MANUAL RELEASE 18, n.d.).

La probabilidad de observar una categoría j de la variable ordinal corresponde a la probabilidad de la función lineal estimada, más el error aleatorio, dentro del rango de los puntos de corte estimados. Este modelo estima los parámetros (β) y los puntos de corte (τ). La forma estándar del modelo expresa la probabilidad de éxito para la categoría m y valores dados de X .

A continuación, se presenta la forma estándar del modelo de resultado ordinal en términos de la probabilidad de éxito para el resultado de la categoría m y valores dados de X :

$$Pr(y = m | x) = F(\tau_m - x\beta) - F(\tau_{m-1} - x\beta) \text{ para } m = 2a j - 1 \quad (1)$$

En el caso del modelo logit, F representa la función de distribución logística acumulada (cdf del ε) con $\text{Var}(\varepsilon) = \pi^2/3$. Además, puesto que el modelo logit utiliza una función no lineal, que asume valores entre cero y uno, y que corresponde a la función de distribución de probabilidad acumulada logística, a continuación, se presenta la forma estándar de la mencionada función, donde: $Z = X\beta$; $-\infty < Z < +\infty$; y la probabilidad no está linealmente relacionado con los Z :

$$\Delta(z) = \frac{\exp(z)}{1+\exp(z)} = \frac{1}{1+\exp^{-z}} \quad (2)$$

Estos modelos se estiman comúnmente a través de máxima verosimilitud, evaluando la probabilidad de los datos observados bajo el supuesto de que el modelo es verdadero. Para verificar estas estimaciones, se usan pruebas de Wald y de relación de probabilidad (LR Chi Cuadrada). La prueba de Wald evalúa individualmente los coeficientes, mientras que la prueba LR evalúa todos los coeficientes simultáneamente.

Modelos con distancia entre categorías igual son preferibles cuando las distancias no tienen un orden inherente. Además, pruebas como la de Brant verifican la igualdad de coeficientes entre categorías (Long y Freese, 2006).

El modelo adecua la variable dependiente **tc**; como ordinal y acoge los valores de 0 a 2. Además, estima las asociaciones entre variables dependiente ordinal y el conjunto de variables independientes explicativas. También utiliza la función para relacionar de forma lineal las variables de capacidad tecnológica con el conjunto de puntos de las categorías de la variable dependiente.

Es decir, la probabilidad de observar una categoría j de la variable ordinal, se calcula mediante la diferencia entre dos funciones de distribución logística acumulada F . Por consiguiente, la ecuación (1) describe la probabilidad de éxito para un punto dado, asimismo, la ecuación (2) expresa una función logística acumulada, o sea, indicando la relación entre valores del predictor y la probabilidad. Por lo tanto, la razón de probabilidades para un resultado menor o igual a m se expresa en la ecuación (3), por lo que sigue, la función logarítmica corresponde a la ecuación (4).

$$\Omega \leq m \setminus > m (x) \equiv \frac{Pr(y \leq m \setminus x)}{Pr(y > m \setminus x)} = \frac{Pr(y \leq m \setminus x)}{1 - Pr(y \leq m \setminus x)} \text{ para } m = 1, j - 1 \quad (3)$$

$$\ln \Omega \leq m \setminus > m (x) = \tau_m - x\beta \quad (4)$$

El modelo se proyecta mediante la máxima verosimilitud, recalando hasta encontrar los valores de parámetros que mejor se ajusten con los datos observados. Por esta razón, la consistencia de las estimaciones se verifica mediante pruebas estadísticas, es decir, las pruebas de Wald y de correlación de la relación de probabilidad (LR).

Del mismo modo, estas pruebas contrastan la hipótesis nula de que los coeficientes relacionados con las variables explicativas son simultáneamente iguales a cero. Se examina además si se cumple el supuesto de proporcionalidad de las probabilidades a través de la prueba de Brant, asegurando que las pendientes β sean iguales en todas las categorías de la variable dependiente. Las ecuaciones (5a, 5b y 5c) describen las probabilidades acumuladas para diferentes categorías.

$$Pr(y \leq 1 \setminus x) = F(\tau_1 - \beta x) \quad (5a)$$

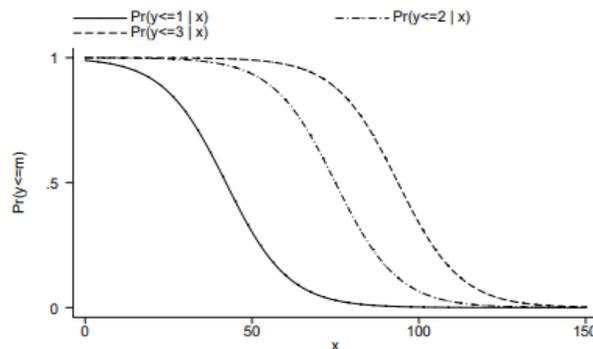
$$Pr(y \leq 2 \setminus x) = F(\tau_2 - \beta x) \quad (5b)$$

$$Pr(y \leq 3 \setminus x) = F(\tau_3 - \beta x) \quad (5c)$$

En consecuencia, estas ecuaciones conducen a la siguiente figura:

Figura 1.

The parallel regression assumption (El supuesto de regresión paralela). Regresión Paralela



Fuente: Long, J. S., & Freese, J. (2001). Regression models for categorical dependent variables using Stata. Stata Press. Pag. 150. URL: <https://acortar.link/cXRSH9>

El supuesto de regresión paralela implica que los coeficientes β sean iguales, por lo que, lo que se ilustra en la Figura 1, es que las proporciones de probabilidad de las variables independientes son constantes en cada categoría de la variable dependiente (Long y Freese, 2001).

Los resultados de la prueba de Brant, mostrados en la Tabla 6, muestran que el supuesto de probabilidad proporcional ha superado de los parámetros en ciertas variables explicativas: expansión extranjera, cooperación en información, cooperación en pruebas de productos y región avanzada.

Es decir, implica que dichas variables no aportan de manera uniforme a las diferentes categorías de la variable dependiente, sugiriendo así, que esta no se comporta de manera ordinal en relación con dichas variables. Por lo tanto, el modelo logístico ordinal puede no reflejar adecuadamente la relación entre estas variables explicativas y la variable dependiente.

Tabla 6.

Prueba de Brant. Resultados de la muestra

| Variable | chi2 | p>chi2 | df |
|-----------------------------------|-------|--------|----|
| Total | 95,37 | 0 | 22 |
| Tamaño | 3,54 | 0,06 | 1 |
| Expansión extranjera | 6,57 | 0,01 | 1 |
| Edad | 0,31 | 0,576 | 1 |
| Capital humano | 0,08 | 0,78 | 1 |
| Inversión capital fijo | 4,09 | 0,043 | 1 |
| Exportadora | 1,34 | 0,247 | 1 |
| Publica | 0,09 | 0,767 | 1 |
| Cooperación en I+D | 1,37 | 0,241 | 1 |
| Cooperación ingeniería | 0 | 0,965 | 1 |
| Cooperación en asistencia | 0,35 | 0,556 | 1 |
| Cooperación en información | 4,86 | 0,027 | 1 |
| Cooperación en pruebas productos | 11,61 | 0,001 | 1 |
| Cooperación en capacitación | 2,28 | 0,131 | 1 |
| Manufactura baja intensidad | 0,68 | 0,409 | 1 |
| Manufactura media baja intensidad | 1,94 | 0,164 | 1 |
| Manufactura media alta intensidad | 0,43 | 0,511 | 1 |
| Manufactura alta intensidad | 2,21 | 0,648 | 1 |
| Servicios inten conocimiento | 3,62 | 0,057 | 1 |
| Proveedor servicios | 1,32 | 0,251 | 1 |
| Sectores extractivos | 0,41 | 0,524 | 1 |
| Construcción | 0,77 | 0,381 | 1 |
| Región avanzada | 34,89 | 0 | 1 |

Fuente: Elaboración propia. Elaboración propia (2024).

En este sentido, cuando el supuesto de regresión paralela no cumple, se puede utilizar un modelo menos restrictivo llamado modelo de regresión logística ordinal generalizado (gologit). Este modelo permite que algunos coeficientes β difieran entre categorías, mientras que otros se mantienen iguales, flexibilizando el análisis y permitiendo una mejor adaptación a los datos.

La Tabla 7, muestra los resultados de las pruebas de Wald y LR Chi Cuadrada, que indican que el modelo gologit ajustado es más adecuado que el modelo ordinal simple.

La prueba de Wald verifica que los coeficientes individuales no se alejen del supuesto de líneas paralelas, mientras que la prueba LR Chi Cuadrada evalúa la hipótesis nula de que todas las variables explicativas son conjuntamente insignificantes.

Tabla 7.

Pruebas de Wald y LR CHI Cuadrada. *Resultados de las pruebas de Wald y LR Chi Cuadrada*

| Pruebas del supuesto de regresión paralela, nivel de significancia de 0.05 | |
|--|----------------------------------|
| Variable | Prueba de Wald y LR CHI cuadrada |
| Tamaño | 0,0790 |
| Expansión extranjera | 0,04737 |
| Edad | 0,5567 |
| Capital humano | 0,6427 |
| Inversión capital fijo | 0,5639 |
| Exportadora | 0,4437 |
| Publica | 0,9054 |
| Cooperación en I+D | 0,1828 |
| Cooperación ingeniería | 0,9962 |
| Cooperación en asistencia | 0,4389 |
| Cooperación en información | 0,01491 |
| Cooperación en pruebas productos | 0,00062 |
| Cooperación en capacitación | 0,1895 |
| Manufactura baja intensidad | 0,4561 |
| Manufactura media baja intensidad | 0,5281 |
| Manufactura media alta intensidad | 0,5421 |
| Manufactura alta intensidad | 0,6615 |
| Servicios inten conocimiento | 0,1005 |
| Proveedor servicios | 0,2367 |
| Sectores extractivos | 0,4391 |
| Construcción | 0,0679 |
| Región avanzada | 0,0000 |
| <i>Prueba chi2</i> | 20,59 |
| <i>Prob > chi2</i> | 0,30 |
| <i>LR chi2</i> | 430,03 |
| <i>Prob > chi2</i> | 0,0000 |

Fuente: Elaboración propia. Elaboración propia (2024).

En consecuencia, los resultados expresan que las restricciones impuestas en las líneas paralelas no son significativas para varias variables, insinuando que el modelo gologit es apropiado. Además, el valor de LR Chi Cuadrada (430.03) con un nivel de confianza del 0,95 indica que el modelo final, que incluye las variables explicativas, es más adecuado que un modelo sin variables explicativas. De ahí que, se concluye que el modelo ajustado gologit proporciona una mejor representación de las asociaciones entre las variables explicativas y la variable dependiente.

Por último, se expone la ecuación econométrica del modelo; la ecuación (6) representa la variable (**tc**) que es la capacidad tecnológica de las empresas (i); **X** las variables referentes a las cooperaciones en actividades de innovación; **E** las variables de control alineados a las características individuales de la empresa; **S** las variables dicotómicas referente a los sectoriales descritas y **R** el control regional.

$$tc_i = \alpha + \beta_c \Sigma x_i + \beta_E \Sigma E_i + \beta_S + \Sigma S_i + \beta_R \Sigma R_i + \varepsilon \quad (6)$$

A continuación, se muestra en la Tabla 8, los coeficientes de regresión y los efectos marginales de las variables explicativas sobre tres categorías de la variable de resultado: competencias tecnológicas, capacidades tecnológicas bajas y capacidades tecnológicas altas. En las columnas 1 y 2 se expone los coeficientes de la regresión para: las empresas con competencias tecnológicas frente a empresas con capacidades tecnológicas bajas y capacidades tecnológicas altas, y empresas con capacidades tecnológicas bajas frente a capacidades tecnológicas altas.

Asimismo, los coeficientes y sus errores estándar indican el efecto de cada variable independiente sobre la probabilidad de pertenecer a cada categoría de capacidad tecnológica. Además, en las columnas posteriores muestran los efectos marginales, que son cambios discretos en la probabilidad de pertenecer a cada categoría de la variable dependiente, dados cambios en las variables explicativas. Esto ayuda a entender la magnitud de los efectos estimados.

Tabla 8.

Capacidades Tecnológicas de las Empresas. Determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas

| Variables Explicativas | (1) | (2) | (a) | (b) | (c) |
|-----------------------------------|--|--|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | comp_tecn vs. cap. tec bajas & cap. tec. altas | comp_tecn & cap. tec bajas vs. cap. tec. altas | Competencia Tecnológica | Capacidades Tecnológicas bajas | Capacidades Tecnológicas altas |
| Tamaño | 0,110*** (0,034) | 0,110*** (0,034) | -0,005*** (0,002) | -0,022*** (0,006) | 0,027*** (0,008) |
| Extranjera | -1,049 (0,178) | -1,022*** (0,199) | -0,222*** (0,059) | 0,199*** (0,052) | 0,022** (0,009) |
| Edad | 0,003 (0,002) | 0,003 (0,002) | -0,0001 (0,0006) | 0,0004 (0,001) | 0,0008 (0,0006) |
| Capital_humano | 0,202 (0,196) | 0,202 (0,196) | -0,008 (0,040) | 0,040 (0,048) | 0,048 (0,054) |
| Inv capital fijo | 0,499*** (0,152) | 0,499*** (0,152) | -0,026** (0,012) | -0,089*** (0,024) | 0,115*** (0,031) |
| Exportadora | 0,312** (0,122) | 0,312** (0,122) | -0,012* (0,0065) | -0,065** (0,032) | 0,077** (0,037) |
| Publica | -0,466 (0,358) | -0,466 (0,358) | 0,024 (0,083) | 0,107 (0,071) | -0,130 (0,078) |
| Coop_id | 0,856*** (0,138) | 0,856*** (0,138) | -0,028*** (0,0087) | -0,183*** (0,038) | 0,215*** (0,047) |
| Coop_ingenieria | 0,246** (0,114) | 0,246** (0,114) | -0,009** (0,004) | -0,051** (0,024) | 0,060** (0,030) |
| Coop_capacit | -0,078 (0,095) | -0,078 (0,095) | 0,003 (0,003) | 0,016 (0,011) | -0,019 (0,008) |
| Coop_asist | 0,243** (0,095) | 0,243** (0,095) | -0,010** (0,0042) | -0,049** (0,024) | 0,059** (0,027) |
| Coop_inf | 0,626*** (0,167) | 0,207** (0,098) | -0,030*** (0,0088) | -0,019 (0,012) | 0,049** (0,017) |
| Coop_pruebas_prod | 0,899*** (0,213) | 0,161* (0,092) | -0,036*** (0,011) | -0,003 (0,010) | 0,039** (0,020) |
| Log pseudolikelihood = -2171.3851 | | | | | |
| Nro. observ = 2,715 | | | | | |
| Wald chi2(26) = 430,22 | | | | | |
| Pseudo R2 = 0,0892 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia. Elaboración propia (2024).

Por lo tanto, el estudio indica que la mayoría de las variables independientes cumplen con el supuesto de líneas paralelas, es decir, sus coeficientes se mantienen iguales entre categorías.

Sin embargo, cuatro variables no cumplen este supuesto: extranjeras, cooperación en información, cooperación en pruebas de productos y región avanzada. Es decir, esto sugiere que estas variables tienen un efecto diferenciado sobre la variable dependiente, lo que indica que la clasificación ordinal podría no ser adecuada para estas variables.

O sea, la cooperación en búsqueda de información (Coop_inf) muestra que las empresas con capacidades tecnológicas bajas tienen una mayor propensión a pasar a la categoría de capacidad tecnológica alta. La cooperación en pruebas de productos también indica que las empresas involucradas en esta actividad tienen más probabilidades de alcanzar capacidades tecnológicas altas.

5. Discusión

Se confirma que las relaciones de cooperación son fundamentales para el desarrollo de capacidades tecnológicas en las empresas. Este estudio revela que un 71% de las empresas coopera en actividades de búsqueda de información, un 47% en asistencia técnica, un 41% en pruebas de producto y un 40% en capacitación.

Estos datos señalan también la importancia de la cooperación en actividades, no solo, son necesariamente las más adelantadas tecnológicamente, sino, son esenciales para la adquisición y adaptación de conocimientos existentes Cevallos T.V., (2022). Asimismo, esto es consistente con estudios anteriores que señalan la importancia de la cooperación en países en desarrollo para actividades menos complejas pero cruciales para la innovación básica.

Sin embargo, se observa que la cooperación en actividades de alta complejidad tecnológica, como I+D y diseño, están más relacionadas con empresas que poseen capacidades tecnológicas mayores. Por consiguiente, esto apoya la hipótesis de que la cooperación en actividades de mayor complejidad está positivamente relacionada (o directamente relacionada) con mayores capacidades tecnológicas.

Las empresas con mayores capacidades alcanzan a involucrarse en actividades que involucran un mayor desarrollo y uso avanzado de tecnología, es decir, estas empresas no solo explotan el conocimiento existente, sino también, generan nuevas tecnologías a través de la innovación. Por ello, se encontró que las limitaciones en la capacidad tecnológica son un impedimento significativo para la participación en actividades de innovación avanzada.

Indudablemente, las empresas con competencias tecnológicas menores tienden a alinearse en la explotación de conocimiento existente en lugar de en el desarrollo de nuevas tecnologías. En fin, esto resalta la necesidad de políticas públicas que fomenten la capacitación y la asistencia técnica para elevar las capacidades tecnológicas de estas empresas y permitirles participar en actividades de innovación altamente avanzadas.

6. Conclusión

La investigación analiza cómo la cooperación en distintas actividades de innovación influye en las capacidades tecnológicas de las empresas ecuatorianas.

Se distingue entre actividades como I+D, diseño, asistencia técnica, pruebas de producto, búsqueda de información y capacitación, y entre tres tipos de capacidades tecnológicas: competencias tecnológicas, capacidades tecnológicas bajas y altas. Las empresas con competencias tecnológicas no logran introducir nuevas tecnologías a pesar de sus inversiones en I+D.

Las empresas con capacidades tecnológicas bajas introducen nuevas tecnologías mediante la explotación del conocimiento existente. Las empresas con capacidades tecnológicas altas innovan mediante una amplia base de conocimiento y actividades de I+D Cevallos T.V., (2022). La hipótesis plantea que la cooperación en actividades de mayor complejidad tecnológica está relacionada con capacidades tecnológicas altas.

Los resultados, basados en un modelo de regresión logística ordinal, confirman esta hipótesis para la mayoría de las actividades, excepto para la capacitación, que no está significativamente relacionada con las capacidades tecnológicas. La cooperación en I+D, diseño y asistencia técnica está estrechamente relacionada con empresas con altas capacidades tecnológicas. Las políticas de innovación deben fomentar la cooperación tecnológica con socios externos para potenciar las capacidades tecnológicas de las empresas.

Además, es crucial promover la cooperación en búsqueda de información y pruebas de producto para empresas que aún no invierten en I+D. Los hallazgos sugieren que cualquier política pública que apoye estas relaciones de cooperación contribuirá positivamente a la introducción de nuevas tecnologías en el mercado, fundamentadas en actividades de I+D.

7. Referencias

- Archibugi, D. y Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy*, 34(2), 175-194.
- Becker, W. y Dietz, J. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms - Evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, 33(2), 209-223.
- Belderbos, R., Carree, M. y Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477-1492.
- Belderbos, R., Carree, M. y Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995). El desarrollo de capacidades tecnológicas. En I. Ul Haque (Ed.), *Comercio, tecnología y competitividad internacional* (pp. 69-100). Banco Mundial.
- Bönte, W. y Keilbach, M. (2004). Concubinage or marriage? Informal and formal cooperations for innovation. ZEW Discussion Paper No. 04-11.
- Cerulli, G. y Filippetti, A. (2012). The complementary nature of technological capabilities: Measurement and robustness issues. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(5), 875-887.

- Cevallos, T. V. (2022). *Capacidades tecnológicas y relaciones de cooperación en un sistema de innovación emergente: El caso de Ecuador* [Tesis de maestría]. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.
- Dahlman, C. J., Ross-Larson, B. y Westphal, L. E. (1987). Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries. *World Development*, 15(6), 759-775.
- Day, G. S. (1994). The Capabilities of Market-Driven Organizations. *Journal of Marketing*, 58(4), 37-52.
- De León García, D., Suárez Hernández, O., Pérez Barral, O., García Domé, A. V. y Estopiñan Lantigua, M. (2021). Procedimiento para el cálculo y la mejora de la capacidad tecnológica en organizaciones empresariales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 382-390.
- Divella, M. (2017). Cooperation linkages and technological capabilities development across firms. *Regional Studies*, 51(10), 1494-1506.
- Domínguez, L. y Brown, F. (2004). Measuring technological capabilities in Mexican industry. *CEPAL Review*, 83, 129-144.
- Dutrénit, G. (2004). Building technological capabilities in latecomer firms: A review essay. *Science, Technology and Society*, 9(2), 209-241.
- Fagerland, M. W. (2014). adjcatlogit, ccrlogit, and ucrlogit: Fitting ordinal logistic regression models. *The Stata Journal*, 14(4), 947-964.
- Fernández Sastre, J. y Vaca Vera, C. E. (2017). Cooperation for innovation in developing countries and its effects: evidence from Ecuador. *Journal of Technology, Management & Innovation*, 12(3), 48-57.
- Fernández-Sastre, J. y Martín-Mayoral, F. (2016). The effects of developing-countries' innovation support programs: Evidence from Ecuador. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 17(4), 466-484.
- Figueiredo, P. N. y Piana, J. (2021). Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil. *Journal of Technology Transfer*, 46(3), 629-659.
- García Velázquez, A. A., Pineda Domínguez, D. D. P. y Andrade Vallejo, M. A. M. A. (2016). Las capacidades tecnológicas para la innovación en empresas de manufactura. *Universidad & Empresa*, 17(29), 257-278.
- Hsieh, M. H. y Tsai, K. H. (2007). Technological capability, social capital and the launch strategy for innovative products. *Industrial Marketing Management*, 36(4), 493-502.
- Iammarino, S., Piva, M., Vivarelli, M. y Von Tunzelmann, N. (2012). Technological Capabilities and Patterns of Innovative Cooperation of Firms in the UK Regions. *Regional Studies*, 46(10), 1283-1301.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (noviembre de 2016). *Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (AI): 2012-2014. Metodología*. <https://acortar.link/I4am6Q>
- Kim, L. (1980). Stages of development of industrial technology in a developing country: A model. *Research Policy*, 9(3), 254-277.
- Kim, L. (2001). La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. *International Social Science Journal*, 53(2), 168-180.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186.
- Laursen, K. y Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131-150.
- Long, J. S. y Freese, J. (2001). Regression models for categorical dependent variables using Stata. En *Stata Press* (pp. 263-270).
- Lugones, G. E., Gutti, P. y Le Clech, N. (2007). Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina. En *CEPAL, Unidad de Comercio Internacional e Industria* (pp. 11-19).
- Lundvall, B. A. (2009). *Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting*. Edward Elgar.
- Lundvall, B. A. (2011). Notes on innovation systems and economic development. *Innovation and Development*, 1(1), 25-38.
- Makkonen, T. (2015). National innovation system capabilities among leader and follower countries: Widening gaps or global convergence? *Innovation and Development*, 5(1), 113-129.
- Malerba, F. (2005). Sectoral systems of innovation: A framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(1-2), 63-82.
- Marin, A. y Stubrin, L. (2017). Oportunidades y desafíos para convertirse en un innovador mundial en Recursos Naturales (RN). El caso de las empresas de semillas en Argentina. *Desarrollo económico – revista de ciencias sociales (Buenos Aires)*, 56(220), 471-497.
- Miotti, L., y Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481-1499.
- Nelson, R. R. (1991). Why do firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, 12(1), 61-74.
- Piga, C. A. y Vivarelli, M. (2004). Internal and external R&D: A sample selection approach. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(4).

- Sáez de Viteri Arranz, D. (2000). El potencial competitivo de la empresa: Recursos, capacidades, rutinas y procesos de valor añadido. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 6(3), 71-86.
- Sorensen, J. B. y Stuart, T. E. (2000). Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative Science Quarterly*, 45(1), 81-112.
- StataCorp. (2023). *Stata 18 Base Reference Manual*. Stata Press.
- Tether, B. S. (2002). Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis. *Research Policy*, 31(6), 947-967.
- Wignaraja, G. (2002). Firm size, technological capabilities and market-oriented policies in Mauritius. *Oxford Development Studies*, 30(1), 87-104.
- Zastempowski, M., Glabiszewski, W., Krukowski, K. y Cyfert, S. (2020). Technological innovation capabilities of small and medium-sized enterprises. *European Research Studies Journal*, 23(3), 460-474.
- Zoia, M. G., Barbieri, L., Cortelezzi, F. y Marseguerra, G. (2018). The determinants of Italian firms' technological competencies and capabilities. *Eurasian Business Review*, 8(4), 453-476.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Rojas Loza, Byron Gustavo; **Software:** Rojas Loza, Byron Gustavo; **Validación:** Rojas Loza, Byron Gustavo **Análisis formal:** Ballesteros Trujillo, Lenin Antonio; **Curación de datos:** Merchán Maldonado, María Fernanda; **Redacción-Preparación del borrador original:** Sarzosa Eras, Edison Rene; **Redacción-Re- visión y Edición:** Ballesteros Trujillo, Lenin Antonio **Visualización:** Merchán Maldonado, María Fernanda; **Supervisión:** Rojas Loza, Byron Gustavo; **Administración de proyectos:** Sarzosa Eras, Edison René; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Rojas Loza, Byron Gustavo; Sarzosa Eras, Edison René; Ballesteros Trujillo, Lenin Antonio; Merchán Maldonado, María Fernanda.

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

AUTOR/ES:**Byron Gustavo Rojas Loza**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

Ecuatoriano de 47 años residente en Quito. Economista de la Universidad Central del Ecuador. Magister en Gerencia Empresarial de la Escuela Politécnica Nacional. Magister (c) de Economía con mención en Políticas Públicas en la Pontificia Católica del Ecuador. Coordinador y especialista de proyectos de inversión pública. Especialista en planificación y seguimiento de la Planificación Estratégica Institucional. Especialista financiero en microcrédito. Especialista en fideicomisos. Docente de Educación Superior en Universidades públicas. Desde el 2019 docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, participando en grupos de investigación y proyectos de vinculación con la sociedad.

bgrojas@espe.edu.ec

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-4073-0678>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=vPpu6eYAAAAJ&hl=es>

Edison Rene Sarzosa Eras

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

Ecuatoriano de 36 años de edad residente en Quito. Administrador de Empresas de la Universidad Central del Ecuador. Magister en Administración de Empresas con mención en Gestión de Proyectos de la Universidad Politécnica Salesiana. Formador de Formadores, Evaluador de la Calidad y Excelencia en la Gestión Pública. Coordinador de proyectos públicos y privados. Docente de educación superior en universidades e institutos tanto públicos como privados. Desde el 2023 docente a tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, parte de grupos de investigación, seguimiento a graduados y vinculación con la sociedad.

ersarzosa@espe.edu.ec

edysar_88@hotmail.com

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-6515-1768>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=LLmWsVoAAAAJ>

Lenin Antonio Ballesteros Trujillo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

Ecuatoriano de 45 años de edad residente en Quito. Economista de la Universidad Central del Ecuador. Magister en Administración de Empresas de la Universidad Tecnológica Israel en convenio con la Universidad de la Empresa de Uruguay. Egresado del programa de doctorado en Administración de la Universidad Nacional de Rosario Argentina. Docente universitario en varias universidades públicas y privadas de Quito por más de 10 años, en asignaturas del campo de la administración y economía. Experiencia como coordinador académico, director de carrera. Participante en varios proyectos de investigación y desarrollo de programas y carreras universitarias. Desde el año 2015 docente investigador tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

laballesteros@espe.edu.ec

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-0920-1658>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=GLORyAUAAAAJ&hl=es&oi=ao>

María Fernanda Merchán Maldonado

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

Ecuatoriana de 41 años de edad residente en Quito. Economista de la Universidad Central del Ecuador. Magister en Economía y Gestión Empresarial de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Flacso - Ecuador. Experiencia profesional por más de 18 años en empresas e instituciones públicas. Docente de educación superior, en universidades e institutos públicos y privados de Quito con una trayectoria por más de 10 años, en asignaturas del campo de la economía. Participante en proyectos de investigación y desarrollo de programas y carreras universitarias en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

mfmerchan@espe.edu.ec

mafermerchan14@yahoo.com

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1865-6484>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=kftSCXsAAAAJ>