TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales
ISSN 1317-0570 / ISSN (e) 2343-5763
Vol. 28(3). Septiembre-Diciembre 2026

GESTIÓN ESTRATÉGICA Y MADUREZ TECNOLÓGICA DE LOS PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Celia Fernández Vázquez*
https://orcid.org/0000-0002-0929-344X
Paula Rosalinda Antonio Vidaña**
https://orcid.org/0000-0002-1175-0611
Rigoberto Hernández Cortés***
https://orcid.org/0000-0001-5271-0619
Verónica Flores Sánchez****
https://orcid.org/0000-0001-7899-4592
José Ernesto Domínguez Herrera*****
https://orcid.org/0000-0002-0881-2500

RECIBIDO: 31/03/2026 / **ACEPTADO**: 25/07/2026 / **PUBLICADO**: 16/09/2026

Cómo citar: Fernández Vázquez, C., Antonio Vidaña, P., Hernández Cortés, R., Flores Sánchez, V., Domínguez Herrera, J. (2026). Gestión estratégica y madurez tecnológica de los productos de investigación en instituciones de educación superior. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 28*(3), 491-503. https://doi.org/10.36390/telos283.02

RESUMEN

El fortalecimiento de la innovación universitaria requiere comprender cómo las estrategias institucionales influyen en el desarrollo tecnológico de los productos académicos. El objetivo de esta investigación fue analizar la relación entre la gestión estratégica institucional y la madurez tecnológica de los productos académicos en instituciones de educación superior, utilizando como marco analítico el modelo Technology Readiness Levels (TRL). Se desarrolló un estudio cuantitativo, de diseño no experimental, transversal y de alcance correlacional. La información se obtuvo mediante un cuestionario aplicado a 465 docentes e investigadores pertenecientes a diversas áreas del conocimiento. La validez del instrumento se evaluó mediante el coeficiente V de Aiken (V = 0.828) y su consistencia interna mediante el coeficiente omega de McDonald (ω = 0.88). El análisis estadístico incluyó estadística descriptiva, pruebas de chi-cuadrado, coeficiente V de Cramér y correlaciones de Spearman. Los resultados evidencian asociaciones significativas entre la existencia de políticas institucionales de transferencia tecnológica y los niveles de madurez tecnológica alcanzados ($\chi^2 = 234.751$, $p < 0.001$), así como correlaciones positivas entre el apoyo institucional y el nivel TRL ($\rho = 0.412$, $p < 0.001$). Asimismo, se identificó una relación significativa entre los incentivos institucionales y la generación de patentes o prototipos ($\chi^2 = 96.482$, $p < 0.001$). En conjunto, los hallazgos muestran que los factores institucionales asociados a la gestión estratégica influyen de manera relevante en la evolución tecnológica de los productos académicos, lo que resalta la importancia de fortalecer las políticas universitarias orientadas a la innovación y la transferencia de conocimiento.

Palabras clave: Gestión estratégica universitaria; Madurez tecnológica; Technology Readiness Levels (TRL); Transferencia tecnológica; Innovación universitaria; Colaboración universidad–industria.

Strategic management and technological maturity of research products in higher education institutions

ABSTRACT

Strengthening university-driven innovation requires understanding how institutional strategies influence the technological development of academic products. This study aimed to analyze the relationship between institutional strategic management and the technological maturity of academic outputs in higher education institutions, using the Technology Readiness Levels (TRL) model as the analytical framework. A quantitative, non-experimental, cross-sectional, and correlational research design was employed. Data was collected through a questionnaire administered to 465 faculty members and researchers across diverse disciplinary fields. Instrument validity was assessed using Aiken's V coefficient (V = 0.828), and internal consistency was evaluated through McDonald's omega (ω = 0.88). Statistical analyses included descriptive statistics, chi-square tests, Cramér's V, and Spearman correlations. The findings reveal significant associations between the presence of institutional technology transfer policies and the technological maturity levels achieved ($\chi^2 = 234.751$, $p < 0.001$), as well as positive correlations between institutional support and TRL levels ($\rho = 0.412$, $p < 0.001$). Additionally, a significant relationship was identified between institutional incentives and the generation of patents or prototypes ($\chi^2 = 96.482$, $p < 0.001$). Overall, the results demonstrate that institutional factors linked to strategic management play a critical role in shaping the technological evolution of academic products, underscoring the importance of strengthening university policies that foster innovation and knowledge transfer.

Keywords: University strategic management; Technological maturity; Technology Readiness Levels (TRL); Technology transfer; University innovation; University-industry collaboration

* Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, México. celia.fernandez@utcv.edu.mx
** Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, México. paula.antonio@utcv.edu.mx
*** Universidad Veracruzana, México. righernandez@uv.mx
**** Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, México. veronica.flores@utcv.edu.mx
***** *Autor de correspondencia.* Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, México. Jose.dominguez@utcv.edu.mx

CC BY

Introducción

En el contexto contemporáneo de la economía del conocimiento, las instituciones de educación superior desempeñan un papel fundamental en la generación, difusión y aplicación del conocimiento científico y tecnológico. Las universidades ya no se conciben únicamente como espacios de formación académica, sino también como actores estratégicos dentro de los sistemas de innovación, capaces de contribuir al desarrollo económico, social y tecnológico de sus regiones (Guerrero & Menter, 2024; Heaton et al., 2019; Lima et al., 2026). En este escenario, la capacidad institucional para gestionar estratégicamente las actividades de investigación y desarrollo se ha convertido en un factor determinante para fortalecer la innovación, la transferencia tecnológica y el impacto social de los productos académicos (Heaton et al., 2019; Thomas et al., 2021).

En las últimas décadas, la investigación universitaria ha experimentado transformaciones significativas, impulsadas por la creciente demanda de soluciones tecnológicas y de conocimiento aplicado. Estas transformaciones han llevado a las universidades a adoptar enfoques de gestión estratégica orientados a mejorar la productividad científica, a fortalecer la colaboración con actores externos y a promover la transferencia del conocimiento a la sociedad (Perkmann et al., 2013). En este sentido, la planeación estratégica en las instituciones de educación superior no solo busca orientar el desarrollo institucional, sino también articular capacidades organizacionales, recursos y políticas que permitan transformar los resultados de investigación en innovaciones con potencial de aplicación práctica (Biondi & Russo, 2022; Perkmann et al., 2013).

Paralelamente, el análisis del desarrollo tecnológico de los productos académicos ha cobrado relevancia en los estudios sobre la innovación universitaria. Uno de los enfoques más utilizados para evaluar el grado de desarrollo de una tecnología es el modelo Technology Readiness Levels (TRL), que permite clasificar el avance de una tecnología desde su concepción inicial hasta su implementación en condiciones reales de operación. Aunque este modelo fue desarrollado originalmente en el ámbito aeroespacial, su aplicación se ha extendido a diversos sectores de investigación y desarrollo, incluido el universitario, donde se utiliza para evaluar el potencial de transferencia y aplicación de los resultados científicos (Lima et al., 2026).

Diversos estudios han señalado que una parte importante de los productos derivados de la investigación universitaria permanece en etapas tempranas de madurez tecnológica, lo que limita su transferencia al sector productivo o su implementación en contextos sociales. Esta situación se relaciona con diversos factores institucionales, entre los que destacan la limitada articulación entre la investigación y las necesidades del mercado, fenómeno ampliamente discutido en la literatura sobre emprendimiento académico y transferencia tecnológica (Siegel & Wright, 2015), la falta de mecanismos de apoyo para el desarrollo tecnológico y la escasa interacción entre universidades y actores externos. En este sentido, el nivel de madurez tecnológica de los proyectos de investigación no depende únicamente de la capacidad científica de los investigadores, sino también de las condiciones organizacionales y estratégicas que las instituciones generan para promover la innovación (Siegel & Wright, 2015; Townes, 2025).

En los últimos años, la literatura sobre innovación universitaria ha comenzado a analizar estas dinámicas desde la perspectiva de los ecosistemas de innovación, entendidos como redes de actores, instituciones y recursos que interactúan para generar y aplicar conocimiento. Bajo este enfoque, las universidades desempeñan un papel clave como generadoras de conocimiento y articuladoras de relaciones entre la academia, la industria y el gobierno. Esta interacción favorece el desarrollo de tecnologías, la creación de empresas derivadas de la investigación y el fortalecimiento de la innovación basada en el conocimiento (Heaton et al., 2019; Thomas et al., 2021).

La literatura sobre innovación universitaria ha avanzado mediante dos líneas de investigación estrechamente relacionadas, pero desarrolladas principalmente de manera separada. Por una parte, los estudios sobre gestión estratégica y transferencia tecnológica han examinado cómo las orientaciones institucionales, las políticas, los incentivos y las estructuras de apoyo se relacionan con resultados como el licenciamiento, la creación de empresas derivadas y la colaboración universidad–industria (Caldera & Debande, 2010; Giuri et al., 2019; Horner et al., 2019). Por otra parte, los estudios basados en Technology Readiness Levels han analizado el grado de desarrollo de las tecnologías y la influencia que su madurez puede tener en la ocurrencia de la transferencia hacia organizaciones externas (Townes, 2025).

No obstante, la evidencia empírica que vincula directamente los mecanismos específicos de gestión estratégica universitaria con el nivel de madurez tecnológica alcanzado por los productos académicos permanece limitada. En particular, los resultados de transferencia utilizados en investigaciones anteriores suelen corresponder a indicadores finales, como patentes, licencias, empresas derivadas o ingresos, mientras que se ha prestado menor atención al TRL como resultado intermedio que permite observar la progresión de los productos desde la investigación básica hasta su validación en entornos relevantes. Esta limitación es especialmente visible en estudios cuantitativos que integren instituciones diversas y contextos de economías emergentes.

En respuesta a esta brecha, el presente estudio examina de manera conjunta la relación entre las políticas de transferencia tecnológica, el apoyo institucional y los incentivos con la madurez tecnológica de los productos académicos. Asimismo, incorpora la producción y el grado académico de los investigadores como variables complementarias, lo que permite comparar la magnitud de las relaciones institucionales con las correspondientes a la actividad y al perfil académico. De esta manera, la contribución del estudio consiste en ampliar empíricamente la perspectiva de la gestión estratégica al análisis del TRL como indicador de progresión tecnológica, sin pretender establecer relaciones causales.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar la relación entre factores asociados a la gestión estratégica institucional, la producción académica y el nivel de madurez tecnológica de los productos académicos en instituciones de educación superior, utilizando como marco analítico el modelo Technology Readiness Levels.

Revisión literaria

Gestión estratégica en instituciones de educación superior

En la economía del conocimiento, las universidades se han consolidado como actores centrales en los sistemas de innovación, al generar y aplicar conocimiento científico con impacto social y tecnológico (Heaton et al., 2019; Lima et al., 2026). La creciente presión por demostrar resultados tangibles ha impulsado la adopción de modelos de gestión estratégica, entendidos como procesos integrados de planificación, ejecución y evaluación orientados a fortalecer la investigación y la innovación (Biondi & Russo, 2022).

La literatura señala que la gestión estratégica universitaria trasciende la formulación de planes formales, al implicar la integración dinámica de estructuras organizacionales, procesos de toma de decisiones y capacidades institucionales para responder a entornos altamente competitivos y cambiantes. En este sentido, se enfatiza que la gestión estratégica busca articular la misión, los objetivos y las acciones institucionales mediante mecanismos de planificación, implementación y control que permitan a las universidades desarrollar ventajas competitivas sostenibles y mejorar su posicionamiento en el contexto global de la educación superior (Parakhina et al., 2017).

En América Latina, estos procesos enfrentan retos como las limitaciones presupuestarias y la débil articulación con el sector productivo; sin embargo, fortalecer los sistemas de gestión de la investigación incrementa la productividad científica y el impacto económico (Guerrero & Menter, 2024). Asimismo, el liderazgo institucional y las capacidades organizacionales son determinantes para impulsar procesos de innovación y facilitar la evolución tecnológica de los productos académicos (Heaton et al., 2019).

Madurez tecnológica y modelo Technology Readiness Levels (TRL)

La madurez tecnológica describe el progreso de una tecnología desde su concepción hasta su validación en entornos reales. El modelo Technology Readiness Levels (TRL), compuesto por nueve niveles, es una de las herramientas más utilizadas para evaluar dicho avance (Cobos et al., 2021; Townes, 2025). El documento señala que el TRL permite clasificar el nivel de desarrollo de una tecnología mediante una secuencia de nueve etapas.

Aunque el concepto de niveles de madurez tecnológica se originó en sectores de alta complejidad como el aeroespacial, su adopción en el ámbito universitario ha permitido evaluar de manera más estructurada el potencial de transferencia de los resultados de investigación (Araujo & Miranda, 2024). No obstante, diversos estudios evidencian que una proporción significativa de las invenciones académicas no logra avanzar hacia etapas avanzadas de desarrollo o comercialización, permaneciendo en niveles tempranos o intermedios. Esta limitación se asocia con deficiencias en los procesos de evaluación, selección y gestión estratégica de los activos tecnológicos, donde criterios como la novedad, el potencial de comercialización y la alineación con objetivos institucionales no siempre se integran de manera sistemática, lo que dificulta la consolidación de innovaciones con impacto en el mercado (Okutan & Kasapoğlu, 2024; Townes, 2025).

El avance en la escala TRL depende de factores institucionales, como la infraestructura científica, el financiamiento para la investigación aplicada, los mecanismos de vinculación y el apoyo a la propiedad intelectual (Araujo & Miranda, 2024). Por ello, la madurez tecnológica resulta de la interacción entre capacidades científicas y estrategias institucionales orientadas al desarrollo tecnológico.

Transferencia tecnológica y colaboración universidad–industria

La transferencia tecnológica es un mecanismo clave mediante el cual las universidades contribuyen al desarrollo económico y social, transformando el conocimiento científico en innovaciones aplicables. En este contexto, la transferencia no debe entenderse únicamente como un proceso de difusión, sino como un proceso estructurado de valorización del conocimiento, en el que los resultados de investigación son fortalecidos progresivamente mediante actividades de desarrollo tecnológico, validación y vinculación con actores externos, con el objetivo de facilitar su aplicación práctica y su eventual adopción en el entorno productivo (León-Roa et al., 2024). La colaboración universidad–industria adopta diversas formas: proyectos conjuntos, prototipos, consultoría, formación especializada y creación de spin-offs (Perkmann et al., 2013; Siegel & Wright, 2015). Además de estas formas generales de vinculación, la literatura ha identificado mecanismos específicos mediante los cuales se estructura la transferencia tecnológica entre universidades e industria. Entre ellos destacan la investigación financiada por la industria, los consorcios de investigación, los esquemas de consultoría académica, el licenciamiento de tecnologías desarrolladas en el entorno universitario y los modelos de co-desarrollo y comercialización conjunta. Estos mecanismos no solo definen las formas de interacción institucional, sino que también condicionan el grado en que los resultados de investigación logran avanzar hacia etapas de mayor madurez tecnológica y aplicación práctica (Zaidi & Gyaviira Musoke, 2020).

La colaboración universidad–industria permite articular las necesidades tecnológicas del sector productivo con las capacidades científicas de las universidades, lo que facilita la identificación de aplicaciones, la validación de resultados y el desarrollo de innovaciones de mayor pertinencia (Thomas et al., 2021). Sin embargo, su efectividad puede verse limitada por las diferencias culturales y temporales entre las organizaciones, las restricciones institucionales y la ausencia de incentivos para la participación académica (Biondi & Russo, 2022). Estas condiciones se relacionan, a su vez, con la madurez tecnológica de los proyectos, pues los desarrollos que han alcanzado niveles intermedios o avanzados de TRL suelen ofrecer mayor evidencia sobre su funcionamiento y, por ello, pueden resultar más atractivos para posibles socios externos (Kirby & El Hadidi, 2019; Townes, 2025). En consecuencia, la transferencia tecnológica y la colaboración externa deben entenderse como procesos vinculados con la progresión de los proyectos, sin asumir que el nivel TRL, por sí solo, garantiza su adopción.

Ecosistemas de innovación y universidades

Los ecosistemas de innovación se entienden como entramados de relaciones entre universidades, empresas, gobiernos y otras organizaciones que intercambian conocimientos, recursos y capacidades para impulsar procesos de innovación (Etzkowitz & Zhou, 2017). Dentro de estos sistemas, las universidades no solo generan conocimiento y forman talento, sino que también pueden facilitar la articulación entre actores y apoyar la transformación de los resultados de la investigación en aplicaciones tecnológicas (Heaton et al., 2019).

Esta función se materializa mediante estructuras como incubadoras, parques científicos, oficinas de transferencia y centros de investigación aplicada, que proporcionan espacios, servicios y vínculos para la validación y transferencia de desarrollos (Thomas et al., 2021; Youtie & Shapira, 2017). No obstante, la participación universitaria en el ecosistema depende de condiciones institucionales concretas, entre ellas la disponibilidad de recursos, las políticas de vinculación y la capacidad de coordinar actividades de investigación y transferencia (Araujo & Miranda, 2024). Por esta razón, el concepto de ecosistema se incorpora como un marco contextual para

comprender las interacciones externas, mientras que el análisis empírico se concentra en los factores de gestión estratégica medidos mediante el instrumento.
En consecuencia, la relación entre la gestión estratégica, la madurez tecnológica y la transferencia de conocimiento se inscribe en un marco más amplio de interacción institucional. Las universidades que articulan estos elementos desarrollan sistemas de innovación más dinámicos y transforman sus resultados de investigación en soluciones tecnológicas con impacto social.

Metodología

Diseño de la investigación

La presente investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, un diseño no experimental, transversal y de alcance correlacional. Este enfoque permitió analizar empíricamente la relación entre factores asociados a la gestión estratégica institucional y el nivel de madurez tecnológica de los productos académicos generados en instituciones de educación superior.
El estudio adoptó un diseño no experimental y transversal, debido a que las variables se observaron sin manipular y la información se recolectó en un único momento. Su alcance fue correlacional y se orientó a examinar la magnitud y dirección de las asociaciones entre los factores institucionales vinculados con la gestión estratégica, la producción académica y el nivel de madurez tecnológica reportado para los productos de investigación, utilizando como marco analítico el modelo Technology Readiness Levels (TRL). En consecuencia, los análisis permiten identificar relaciones estadísticas entre las variables, pero no establecer vínculos causales.

Participantes

La población de estudio estuvo conformada por docentes e investigadores adscritos a instituciones de educación superior y centros de investigación, vinculados a actividades de investigación, desarrollo tecnológico o generación de productos académicos.
La muestra estuvo integrada por 465 participantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional. Como criterios de inclusión, se consideró que los participantes: a) desarrollaran actividades de investigación, desarrollo tecnológico o generación de productos académicos, y b) contaran con al menos un producto académico o proyecto de investigación registrado en su institución.
Los participantes procedían de universidades tecnológicas, politécnicas y autónomas, institutos tecnológicos, centros públicos de investigación y universidades privadas de las regiones centro, occidente y sureste de México. La mayoría estaba adscrita a instituciones públicas, que representaron el 88 % de la muestra; las instituciones privadas concentraron el 6.5 %, mientras que el 5.5 % correspondió a otras modalidades de adscripción. Esta distribución evidencia un predominio de participantes del sector público, lo cual debe considerarse al interpretar y generalizar los resultados.
Asimismo, la muestra incluyó participantes de diversas áreas del conocimiento, entre ellas ingeniería y tecnología, ciencias fisicomatemáticas y de la Tierra, ciencias sociales, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias y biotecnología, ciencias químico-biológicas, humanidades y ciencias de la conducta. Esta diversidad disciplinaria permitió examinar las percepciones sobre la gestión estratégica y la madurez tecnológica en distintos ámbitos de generación y aplicación del conocimiento.

Instrumento

Para la recolección de datos se diseñó un cuestionario estructurado de **17 ítems**, orientado a evaluar la percepción de docentes e investigadores sobre las condiciones institucionales relacionadas con la generación y madurez tecnológica de los productos académicos.
Como se presenta en la Tabla 1, el instrumento se organizó en cuatro secciones: datos sociodemográficos, gestión estratégica institucional, productos académicos y madurez tecnológica. La primera sección permitió caracterizar el perfil académico e institucional de los participantes. La dimensión de gestión estratégica examinó las políticas de transferencia, la colaboración universidad–industria, la planeación de investigación y desarrollo, el apoyo institucional y los incentivos para la transferencia tecnológica. La sección de productos académicos evaluó el tipo y número de productos generados, así como la frecuencia con la que los resultados se transforman en patentes o prototipos. Finalmente, la madurez tecnológica se analizó mediante el modelo *Technology Readiness Levels* (TRL), considerando el nivel más alto alcanzado, la etapa predominante de desarrollo, los recursos requeridos y la suficiencia de la infraestructura institucional.
Los ítems utilizaron formatos de respuesta nominales, ordinales y categóricos, así como escalas tipo Likert de cinco puntos, según la naturaleza de cada variable.

Tabla 1
Estructura y contenido del instrumento.

Sección o dimensión	N.º	Aspectos evaluados	Formato de respuesta
Datos sociodemográficos	5	Grado académico; tipo de institución; área del conocimiento; participación en investigación; reconocimiento como investigador.	Nominal y ordinal
Gestión estratégica institucional	5	Políticas de transferencia; colaboración universidad–industria; plan estratégico de I+D; apoyo institucional; incentivos para la transferencia.	Likert de cinco puntos y categórica
Productos académicos	3	Tipo de producto generado; número anual de productos; frecuencia de conversión de resultados en patentes o prototipos.	Nominal y ordinal
Madurez tecnológica (TRL)	4	Nivel TRL más alto; etapa predominante; recursos requeridos; suficiencia de la infraestructura institucional.	Ordinal y categórica

Validez y confiabilidad del instrumento

La validez de contenido del instrumento se evaluó mediante el coeficiente V de Aiken (Ecuación 1), con la valoración de 10 expertos en gestión estratégica universitaria, innovación y transferencia tecnológica.

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \quad (1)$$

donde:

- s = puntuación menos la mínima
- n = número de expertos
- c = número de categorías

Este procedimiento permitió evaluar la pertinencia, la claridad y la relevancia de los ítems del cuestionario.

Posteriormente, la consistencia interna de los ítems que conforman la dimensión de gestión estratégica se evaluó mediante el coeficiente omega de McDonald (ω), considerado un estimador robusto de fiabilidad para escalas ordinales tipo Likert, ya que no requiere el supuesto de tau-equivalencia entre los ítems. El análisis se realizó a partir de las respuestas de 465 participantes a los ítems medidos en una escala de 5 puntos (1–5).

El coeficiente ω se estimó a partir de un modelo factorial unidimensional considerando las cargas factoriales estandarizadas (λ_i) y las varianzas de error asociadas (θ_i) de cada ítem, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta_i} \quad (2)$$

Donde $\lambda_i$representa la carga factorial de cada ítem y $\theta_i$su varianza de error. Las variables sociodemográficas y los ítems categóricos fueron excluidos del análisis, dado que no constituyen indicadores de un mismo constructo latente.

Recolección de datos

El cuestionario se implementó mediante la plataforma Google Forms, lo que permitió su distribución electrónica entre docentes e investigadores de diversas instituciones de educación superior.

La aplicación del instrumento se realizó de forma voluntaria y anónima, garantizando la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes.

Análisis de datos

El análisis estadístico de los datos se realizó con el software Minitab 19.1 y Jamovi (versión 2.2.5.0), una herramienta ampliamente utilizada en investigaciones sociales y educativas.

En una primera etapa se calcularon estadísticas descriptivas, incluyendo frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, con el objetivo de caracterizar la muestra y describir las principales variables del estudio, tales como el perfil académico de los participantes, los tipos de productos académicos desarrollados y los niveles de madurez tecnológica alcanzados.

Posteriormente, se realizaron análisis estadísticos inferenciales para examinar la relación entre variables asociadas a la gestión estratégica institucional, la producción académica y la madurez tecnológica de los proyectos de investigación evaluada mediante el modelo Technology Readiness Levels (TRL).

Para ello, se emplearon diferentes pruebas estadísticas según el tipo de variable analizada. En particular:

- Se aplicaron pruebas de chi-cuadrado de independencia (χ^2) para analizar la asociación entre variables categóricas.
- Se utilizó el coeficiente V de Cramér para estimar la fuerza de asociación entre variables categóricas cuando la prueba de chi-cuadrado resultó significativa.
- Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman (rs) para evaluar la relación entre variables ordinales derivadas de escalas tipo Likert o categorías ordenadas.

Previamente a la aplicación de las pruebas de chi-cuadrado de Pearson se verificaron los supuestos de independencia de las observaciones, exclusividad de las categorías y suficiencia de las frecuencias esperadas. La adecuación de las tablas de contingencia se evaluó considerando que ninguna celda presentara una frecuencia esperada inferior a 1 y que no más del 20 % de las celdas registrara frecuencias esperadas inferiores a 5. Estos criterios se consideraron para determinar la pertinencia de la aproximación asintótica de la prueba de chi-cuadrado.

Las principales relaciones entre las variables analizadas, así como las pruebas estadísticas empleadas en cada caso, se presentan en la Tabla 2. El nivel de significancia estadística considerado para el análisis fue $p < 0.05$.

Tabla 2

Relaciones analizadas entre variables y pruebas estadísticas utilizadas.

Relación analizada	Variables	Prueba estadística
Gestión estratégica → Madurez tecnológica	Existencia de políticas de transferencia tecnológica vs. nivel TRL alcanzado	Chi-cuadrado (χ^2) + V de Cramér
Gestión estratégica → Madurez tecnológica	Apoyo institucional para investigación vs. nivel TRL alcanzado	Correlación de Spearman
Gestión estratégica → Productos académicos	Incentivos institucionales para transferencia tecnológica vs. frecuencia de generación de patentes o prototipos	Chi-cuadrado (χ^2)

Producción académica → Madurez tecnológica	Número de productos académicos por año vs. nivel TRL alcanzado	Correlación de Spearman
Perfil del investigador → Madurez tecnológica	Grado académico vs. nivel TRL alcanzado	Chi-cuadrado (χ^2)

Resultados

Validez del instrumento

La validez de contenido del instrumento se evaluó mediante el coeficiente V de Aiken, con el juicio de 10 expertos en gestión universitaria, transferencia tecnológica e innovación. Los evaluadores calificaron cada uno de los 17 ítems en una escala de 1 a 4, donde 1 representaba baja pertinencia y 4 alta pertinencia,

Tabla 3

Coeficiente V de Aiken por sección

Dimensión	Ítems	V mínimo	V máximo	V promedio
Perfil sociodemográfico	5	0.733	0.9	0.84
Gestión estratégica	5	0.667	0.933	0.813
Productos académicos	3	0.767	0.9	0.822
TRL	4	0.8	0.867	0.842
Instrumento total	17	0.667	0.933	**0.828**

La Tabla 3, muestra los coeficientes V de Aiken por sección y global. Los resultados mostraron un coeficiente global de V = 0.828, lo que indica una alta validez de contenido del instrumento (Utami et al., 2025). En cuanto a las dimensiones, los valores obtenidos fueron: perfil sociodemográfico (V = 0.840), gestión estratégica (V = 0.813), productos académicos (V = 0.822) y niveles de maduración tecnológica (V = 0.842). Aunque de manera particular, ciertos ítems obtuvieron valores inferiores a 0.8; estos fueron revisados y reestructurados de acuerdo con las recomendaciones de los evaluadores. En términos de dimensiones, los ítems presentaron valores superiores a 0.80, lo que evidencia una pertinencia y claridad conceptuales adecuadas de los indicadores utilizados para evaluar la relación entre la gestión estratégica y la madurez tecnológica de los productos académicos en instituciones de educación superior, asegurando que cada sección supere el umbral de validación recomendado de 0.80.

Con el fin de evaluar la fiabilidad de los ítems que conforman la dimensión de gestión estratégica institucional, se estimó el coeficiente omega de McDonald a partir de las respuestas de los participantes. Los resultados obtenidos muestran un valor de ω = 0.88, lo que indica una alta consistencia interna entre los ítems que integran el constructo.

Este resultado sugiere que los indicadores seleccionados reflejan de manera consistente la percepción de los encuestados sobre los mecanismos institucionales relacionados con la gestión estratégica de la investigación y la transferencia tecnológica en las instituciones de educación superior.

Adicionalmente, se analizaron las cargas factoriales de cada ítem con el propósito de evaluar su contribución al constructo latente. Todas las cargas factoriales superaron el umbral recomendado de 0.70 (Tabla 4), lo que confirma la adecuada representación del constructo por los indicadores utilizados.

Tabla 4

Consistencia interna de la dimensión Gestión Estratégica

Ítem	Indicador evaluado	Carga factorial	Contribución al constructo
GE1	Existencia de políticas claras para la transferencia tecnológica	0.82	Alta
GE2	Efectividad de los mecanismos de colaboración universidad–industria	0.86	Muy alta
GE3	Apoyo institucional para el desarrollo de investigación con potencial tecnológico	0.79	Alta

Por lo tanto, el coeficiente Omega obtenido (ω = 0.88) evidencia una alta consistencia interna entre los ítems analizados, lo cual sugiere que estos miden de manera coherente el constructo de gestión estratégica institucional. Este resultado respalda la fiabilidad del instrumento para analizar la relación entre los mecanismos de gestión estratégica y el desarrollo de productos académicos con potencial de madurez tecnológica en instituciones de educación superior.

Cabe señalar que el análisis de consistencia interna se aplicó únicamente a los ítems medidos mediante escalas ordinales tipo Likert, mientras que las variables sociodemográficas y las preguntas categóricas se utilizaron exclusivamente para el análisis descriptivo de la muestra.

Análisis descriptivo

Perfil sociodemográfico

El análisis descriptivo permitió caracterizar a los 465 docentes e investigadores que participaron en el estudio. La Tabla 5 presenta la distribución de las principales variables demográficas y académicas consideradas.

Tabla 5
Perfil sociodemográfico de los participantes

Variable	Categoría	%
Grado académico	Doctorado	56%
	Maestría	30%
	Licenciatura/Ingeniería	14%
Tipo de institución	Pública	88%
	Privada	6.5%
	Otra	5.5%
Área del conocimiento	Ingeniería y tecnología	46%
	Ciencias sociales	18%
	Agropecuarias y biotecnología	11%
	Químico-biológicas	9%
	Humanidades y conducta	8%
	Fisicomatemáticas y Tierra	6%
	Medicina y salud	2%
Actividades de investigación	Sí	75%
	No	25%
Reconocimiento académico	SNI	26%
	Perfil deseable	21%
	Reconocimiento institucional	17%
	Reconocimiento estatal	12%
	No aplica	23%

En cuanto al grado académico, se observa una alta proporción de participantes con formación de posgrado: el 56.13 % cuenta con doctorado, seguido del 30.11 % con maestría, mientras que el 13.76 % posee licenciatura o ingeniería. Esta distribución sugiere que la muestra está compuesta mayoritariamente por personal académico con trayectoria consolidada en investigación.

Respecto al tipo de institución, la mayoría de los participantes estaba adscrita a instituciones públicas (88 %), mientras que el 6.5 % pertenecía a instituciones privadas y el 5.5 % a otras modalidades. Esta distribución evidencia un desequilibrio en la composición de la muestra, caracterizado por una participación mayoritaria de personal procedente del sector público. Debido al carácter no probabilístico e intencional del muestreo, estos porcentajes describen únicamente la procedencia institucional de los participantes y no permiten inferir la distribución de la producción académica o de las actividades de investigación entre los sectores público y privado. Por consiguiente, la representación limitada de instituciones privadas y de otras modalidades debe considerarse al interpretar y generalizar los resultados.

En relación con el área del conocimiento, destaca la representación de ingeniería y tecnología (46.02 %), seguida de ciencias sociales (17.85 %) y ciencias agropecuarias y biotecnología (10.97 %). Otras áreas, como las químico-biológicas (9.46 %), las humanidades y ciencias de la conducta (8.39 %), las fisicomatemáticas y ciencias de la Tierra (5.59 %) y la medicina y ciencias de la salud (1.72 %), presentan una menor participación, aunque contribuyen a la diversidad disciplinaria de la muestra.

Asimismo, el 75.48 % de los participantes indicó realizar actividades de investigación, lo que confirma que la mayoría mantiene una participación en proyectos científicos o tecnológicos. En cuanto al reconocimiento académico, el 26.35 % pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el 20.80 % cuenta con Perfil Deseable y el 16.95 % posee reconocimiento institucional, mientras que el 23.42 % señaló no contar con ningún tipo de reconocimiento formal.

La caracterización muestra que la muestra estuvo integrada principalmente por personal académico con formación de posgrado, adscrito mayoritariamente a instituciones públicas y con una representación importante en las áreas de ingeniería y tecnología. Estas características delimitan el contexto institucional y disciplinario en el que deben interpretarse los resultados del estudio.

Los resultados del análisis estadístico permitieron identificar relaciones entre diversos factores asociados a la gestión estratégica institucional y al desarrollo tecnológico de los proyectos de investigación en instituciones de educación superior.

Caracterización de productos académicos y madurez tecnológica

La Tabla 6 presenta la distribución de los principales indicadores relacionados con la producción académica, la frecuencia de generación de prototipos o patentes y los niveles de madurez tecnológica alcanzados por los proyectos desarrollados por los participantes. Los resultados muestran que la producción académica se concentra principalmente en publicaciones (40.2 %), seguida de actividades de transferencia tecnológica (12.5 %) y patentes (11.1 %). Otros productos, como software (10.1 %) y dirección de tesis de posgrado (16.9 %), también presentan una participación relevante, mientras que actividades como la creación de empresas, la elaboración de informes o la realización de proyectos productivos representan porcentajes marginales.

Tabla 6
Caracterización de los productos académicos y transferencia tecnológica

Variable	Categoría	%
Productos académicos	Creación de empresas, transferencias tecnológicas, vinculación, modelos de negocio	0.7%
	Desconozco.	0.9%
	Dirección de tesis de maestría y/o doctorado	16.9%
	Informes y reportes	0.9%
	Modelos	4.7%
	Participación en congresos	0.7%
	Patentes	11.1%
	Proyectos productivos	0.7%
	Publicaciones	40.2%
	Software	10.1%
	Tesis de TSU y/o ingeniería	0.7%
	Transferencia Tecnológica	12.5%
Productos/año	>= 10	9.9%
	1 a 3	54.0%
	4 a 6	25.4%
	7 a 9	10.8%
TRL Alcanzados	TRL 1-3	67.1%
	TRL 4-6	9.1%
	TRL 7-9	23.8%
De producto académico a patentes o prototipos	A veces	24.5%
	Frecuentemente	11.2%
	Nunca	27.1%
	Rara vez	37.2%

En cuanto a la productividad anual, más de la mitad de los docentes (54.0 %) reportan generar entre 1 y 3 productos académicos al año, mientras que un 25.4 % produce entre 4 y 6 productos. Solo el 9.9 % alcanza niveles de producción iguales o superiores a 10 productos anuales, lo que sugiere una productividad moderada en la mayoría de los casos.

En cuanto al desarrollo tecnológico, la tabla muestra que la mayoría de los proyectos se sitúa en niveles iniciales de madurez tecnológica(67.1%). Aunque la distribución por rangos de TRL en la tabla presenta valores específicos por categoría, la Figura 1 permite visualizar con mayor claridad que el 71.8 % de los participantes no recibe incentivos institucionales para actividades de transferencia tecnológica, mientras que solo el 28.2 % reporta contar con ellos. Esta ausencia de estímulos coincide con la baja frecuencia de generación de patentes o prototipos: el 37.2 % indicó que esto ocurre rara vez, y un 27.1 % señaló que nunca ocurre, lo que evidencia una limitada evolución de los productos académicos hacia resultados con potencial de aplicación tecnológica.

Por otra parte, la Figura 1 también muestra que el 68.2 % de los participantes considera insuficiente la infraestructura institucional para el desarrollo tecnológico, mientras que solo el 31.8 % la percibe como adecuada. Esta percepción se alinea con los datos obtenidos, en los que los recursos más necesarios para avanzar en los procesos de transferencia tecnológica son el financiamiento (42 %) y el equipamiento especializado (29.51 %), seguidos de la capacitación (19.49 %) y las colaboraciones externas (8.91 %).

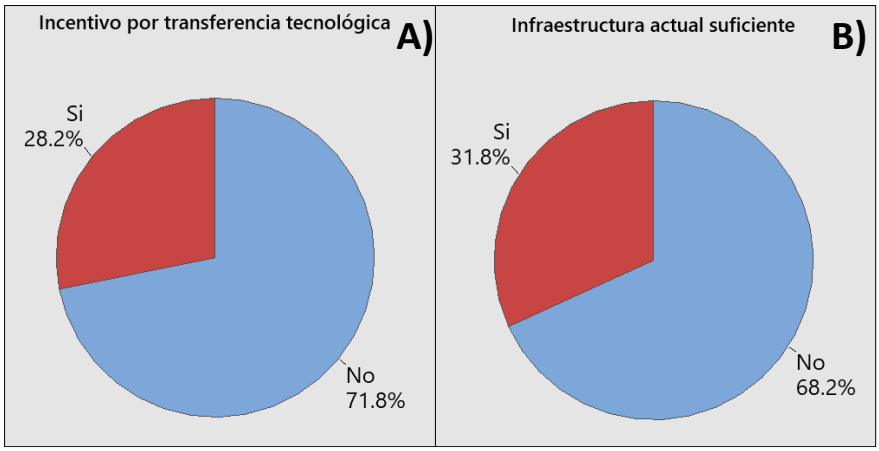

Figura 1. Incentivos por transferencia tecnológica (A) e infraestructura suficiente (B)

En conjunto, los resultados muestran que, aunque existe una producción académica constante, el 67.1 % de los productos permanece en los niveles TRL 1–3. Esta concentración en las etapas iniciales se presenta en un contexto caracterizado por la limitada disponibilidad de incentivos, la percepción de infraestructura insuficiente y la necesidad de recursos para la transferencia tecnológica. Estas condiciones se relacionan con menores oportunidades para que los productos académicos progresen hacia etapas de validación, demostración y aplicación tecnológica.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que señalan que la efectividad de la transferencia tecnológica en las universidades se ve limitada por factores estructurales como la insuficiencia de financiamiento, la ambigüedad en la gestión de la propiedad intelectual y la baja motivación institucional para la innovación (Zaidi & Gyaviira Musoke, 2020). Asimismo, se ha documentado que la ausencia de incentivos institucionales, la limitada disponibilidad de recursos y la falta de estructuras organizacionales orientadas a la transferencia restringen el aprovechamiento del conocimiento generado en las universidades (Araujo & Miranda, 2024; Okutan & Kasapoğlu, 2024). Los resultados del presente estudio son consistentes con esta perspectiva, dado que la concentración de los productos en los niveles TRL 1–3 se presenta junto con una percepción generalizada de infraestructura insuficiente y una limitada disponibilidad de incentivos para la transferencia tecnológica.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que analizan la transferencia de conocimiento y tecnología en instituciones de educación superior en contextos de países en desarrollo, donde se ha documentado que las limitaciones estructurales —como la débil articulación con el sector productivo, la insuficiente maduración tecnológica de los resultados de investigación y la ausencia de estrategias institucionales de valorización— obstaculizan la transición efectiva hacia la innovación aplicada (Leon-Roa et al., 2024). En este sentido, la evidencia sugiere que el avance en los niveles de madurez tecnológica depende en gran medida de la implementación de rutas estructuradas de transferencia que integren procesos de validación, escalamiento y vinculación con actores externos, reduciendo así las brechas entre la producción científica y su aplicación en el mercado.

Análisis inferencial

Con el propósito de examinar la relación entre los factores asociados a la gestión estratégica institucional, la producción académica y el nivel de madurez tecnológica de los productos de investigación, se realizaron análisis estadísticos inferenciales mediante pruebas no paramétricas. Las asociaciones entre variables categóricas se evaluaron mediante la prueba de chi-cuadrado de Pearson (χ^2), complementada con el coeficiente V de Cramér para estimar la magnitud de la asociación. Para las variables de naturaleza ordinal se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). En todos los análisis se consideró un nivel de significancia estadística de $\alpha = 0.05$.

La inspección de las frecuencias esperadas confirmó la adecuación de las tablas de contingencia para la aplicación de la prueba de chi-cuadrado de Pearson; ninguna celda presentó frecuencias esperadas inferiores a 1 y menos del 20 % presentó valores esperados inferiores a 5.

Los resultados de las cinco relaciones evaluadas se presentan de manera integrada en la Tabla 7. En todos los casos se identificaron relaciones estadísticamente significativas ($p < 0.001$), aunque la magnitud de las asociaciones y correlaciones varió de acuerdo con las variables analizadas.

Tabla 7
Síntesis de los análisis inferenciales entre las variables institucionales, académicas y de madurez tecnológica

Relación analizada	Prueba estadística	Estadístico	gl	Magnitud de la relación	Interpretación
Políticas de transferencia tecnológica – Nivel TRL	Chi-cuadrado de Pearson	$\chi^2 = 234.751$	32	V = 0.355	Asociación moderada
Apoyo institucional – Nivel TRL	Correlación de Spearman	$\rho = 0.412$	—	$\rho = 0.412$	Correlación positiva moderada
Incentivos institucionales – Generación de patentes o prototipos	Chi-cuadrado de Pearson	$\chi^2 = 96.482$	4	V = 0.455	Asociación moderada-alta
Productos académicos por año – Nivel TRL	Correlación de Spearman	$\rho = 0.368$	—	$\rho = 0.368$	Correlación positiva moderada

Grado académico – Nivel TRL	Chi-cuadrado de Pearson	$\chi^2 = 58.327$	16	V = 0.250	Asociación baja-moderada

Nota. *n* = 465. Todas las relaciones fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$). χ^2 = estadístico chi-cuadrado de Pearson; gl = grados de libertad; ρ = coeficiente de correlación de Spearman; V = coeficiente V de Cramér.

Relaciones entre los factores institucionales y los resultados tecnológicos

Como se muestra en la Tabla 7, se identificó una asociación estadísticamente significativa entre la existencia de políticas claras de transferencia tecnológica y el nivel TRL más alto alcanzado por los productos académicos ($\chi^2 = 234.751$, gl = 32). El coeficiente V de Cramér fue de 0.355, lo que indica una asociación de magnitud moderada entre ambas variables.

En términos descriptivos, se observaron diferencias en la distribución de los niveles TRL de acuerdo con la valoración de las políticas institucionales de transferencia tecnológica. Los participantes que asignaron una valoración de 4 a estas políticas concentraron una mayor proporción de respuestas en los niveles TRL 8 y TRL 9, mientras que las valoraciones de 2 y 3 tendieron a concentrarse en niveles intermedios o bajos, particularmente en TRL 3. En conjunto, estos resultados sugieren que una valoración más favorable de las políticas institucionales de transferencia tecnológica se encuentra asociada con niveles más altos de madurez tecnológica.

El apoyo institucional para el desarrollo de investigaciones con potencial tecnológico también presentó una relación estadísticamente significativa con el nivel TRL alcanzado. El coeficiente de correlación de Spearman mostró una relación positiva moderada entre ambas variables ($\rho = 0.412$), lo que indica que mayores niveles de apoyo institucional se relacionan con niveles más altos de madurez tecnológica de los productos académicos.

Este resultado resalta la relevancia de los recursos, la infraestructura y los mecanismos de acompañamiento institucional para facilitar la progresión de los proyectos de investigación hacia etapas más avanzadas de desarrollo tecnológico. En este sentido, el hallazgo es congruente con la literatura que reconoce el apoyo institucional como un componente relevante para fortalecer la investigación aplicada y los procesos de transferencia tecnológica en las instituciones de educación superior (Taouaf et al., 2021; Wapner, 2016).

Por otra parte, se identificó una asociación estadísticamente significativa entre la existencia de incentivos institucionales para la transferencia tecnológica y la frecuencia con la que los resultados de investigación se transforman en patentes o prototipos ($\chi^2 = 96.482$, gl = 4). El coeficiente V de Cramér alcanzó un valor de 0.455, correspondiente a una asociación de magnitud moderada-alta y a la relación de mayor intensidad entre las variables institucionales analizadas.

Estos resultados sugieren que la disponibilidad de mecanismos de reconocimiento y estímulo para la transferencia tecnológica se relaciona con una mayor frecuencia de transformación de los productos académicos en patentes, prototipos u otros desarrollos tecnológicos. Por lo tanto, los incentivos institucionales representan un componente relevante para promover la valorización y aplicación de los resultados derivados de la investigación universitaria.

Relaciones entre las características académicas y el nivel TRL

En relación con la producción académica, se observó una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre el número de productos generados anualmente y el nivel TRL más alto alcanzado ($\rho = 0.368$). Este resultado indica que una mayor producción académica se encuentra asociada con niveles superiores de madurez tecnológica de los productos derivados de la investigación.

La generación constante de productos académicos puede ampliar las oportunidades para desarrollar, validar y perfeccionar resultados con potencial de aplicación tecnológica. Sin embargo, la magnitud moderada de la correlación indica que la productividad académica no explica por sí sola el avance en la escala TRL, por lo que su relación con la madurez tecnológica debe interpretarse en conjunto con las condiciones institucionales que acompañan los procesos de investigación y transferencia.

Finalmente, el grado académico de los investigadores presentó una asociación estadísticamente significativa con el nivel TRL alcanzado ($\chi^2 = 58.327$, gl = 16). No obstante, el coeficiente V de Cramér fue de 0.250, lo que corresponde a una asociación de magnitud baja-moderada y representa el menor tamaño del efecto entre las relaciones evaluadas.

Este resultado indica que el nivel de formación académica se relaciona con la madurez tecnológica de los productos generados, aunque su asociación es menor que la observada con factores institucionales como los incentivos, el apoyo y las políticas de transferencia tecnológica. En concordancia con Amarilli et al. (2025), este comportamiento sugiere que las condiciones institucionales y organizacionales podrían desempeñar un papel más relevante que las características académicas individuales en la progresión de los productos de investigación hacia niveles superiores de madurez tecnológica.

Los resultados del análisis inferencial evidencian que tanto los factores institucionales como las características académicas se relacionan de manera significativa con el desarrollo tecnológico de los productos de investigación. Sin embargo, las mayores magnitudes se observaron en las relaciones correspondientes a los incentivos para la transferencia tecnológica, el apoyo institucional y las políticas institucionales. Estos resultados resaltan la importancia de fortalecer los mecanismos organizacionales que acompañan la investigación aplicada. No obstante, debido al diseño transversal y correlacional del estudio, las asociaciones identificadas no deben interpretarse como relaciones causales.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten profundizar en una problemática ampliamente documentada en la literatura: la persistente brecha entre la producción científica y su implementación efectiva en entornos productivos. Aunque modelos como el Technology Readiness Level (TRL) han sido ampliamente utilizados para evaluar la madurez tecnológica, la evidencia sugiere que su aplicación, por sí sola, resulta insuficiente para garantizar la transferencia exitosa de tecnologías desarrolladas en el ámbito académico.

Diversos estudios han señalado que una proporción significativa de los desarrollos universitarios se concentra en niveles intermedios de madurez tecnológica, sin lograr una implementación efectiva en contextos reales (Araujo & Miranda, 2024). En el presente estudio, esta dificultad aparece desde etapas aún más tempranas, dado que el 67.1 % de los productos académicos se ubicó en los niveles TRL 1–3, mientras que solamente el 9.1 % alcanzó los niveles TRL 4–6 y el 23.8 % se situó en TRL 7–9. Esta distribución muestra que la principal brecha no se limita a la transición desde la validación hacia la implementación, sino que también comprende el avance desde la investigación básica y la formulación conceptual hacia etapas de validación tecnológica.

Este comportamiento refleja no solo desafíos técnicos, sino también la necesidad de mecanismos institucionales que integren dimensiones organizacionales, estratégicas y de mercado durante las diferentes etapas del desarrollo tecnológico. En línea con ello, Okutan y Kasapoğlu (2024) destacan que la transferencia tecnológica efectiva requiere no solo capacidades técnicas, sino también estructuras organizacionales que faciliten la absorción, adaptación y aplicación del conocimiento.

Más recientemente, Hansen et al. (2024) proponen que esta limitación puede explicarse por el enfoque predominantemente tecnológico del TRL, que no considera explícitamente la viabilidad comercial de las innovaciones. Estos autores introducen el concepto de Business Readiness Level (BRL) como un complemento necesario, evidenciando que es posible desarrollar tecnologías técnicamente sólidas, pero comercialmente inviables. Esta distinción resulta crítica para comprender por qué numerosos desarrollos académicos no logran superar las etapas finales de la transferencia.

En complemento de esta perspectiva, estudios recientes han evidenciado que el avance hacia niveles superiores de madurez tecnológica en entornos universitarios no depende exclusivamente del desarrollo técnico, sino también de factores dinámicos como la disponibilidad de financiamiento, el desempeño de los equipos de desarrollo, la participación de los usuarios en etapas tempranas y la intervención de estructuras institucionales, como las oficinas de transferencia tecnológica (Pujotomo et al., 2025). Estos factores influyen directamente en la aceleración o estancamiento del progreso tecnológico, particularmente en las etapas intermedias donde muchas innovaciones quedan atrapadas en el denominado “valle de la muerte”.

En este contexto, los resultados de la presente investigación muestran que las políticas de transferencia tecnológica, el apoyo institucional, los incentivos orientados a la innovación y la producción académica se relacionan de manera significativa con el nivel de madurez tecnológica de los productos de investigación. Estos hallazgos respaldan la conveniencia de considerar las condiciones institucionales que acompañan el desarrollo tecnológico, en lugar de evaluar el avance de los proyectos exclusivamente mediante indicadores técnicos.

No obstante, la literatura señala que la transferencia efectiva también puede estar relacionada con dimensiones no evaluadas en esta investigación. Entre ellas se encuentran la capacidad de absorción organizacional, asociada con la posibilidad de reconocer, asimilar y aplicar conocimiento, y la viabilidad comercial de los desarrollos tecnológicos (Hansen et al., 2024; Okutan & Kasapoğlu, 2024). Debido a que estas dimensiones no formaron parte del instrumento de recolección de datos, los resultados obtenidos no permiten determinar su relación con los niveles TRL ni con la transferencia efectiva de los productos académicos.

Por consiguiente, la principal contribución empírica del estudio consiste en evidenciar asociaciones entre determinados mecanismos de gestión estratégica institucional y la madurez tecnológica de los productos académicos. Estos resultados proporcionan una base para analizar el desarrollo tecnológico desde una perspectiva institucional; sin embargo, no permiten establecer un modelo explicativo integral ni determinar el papel específico de factores comerciales o de la capacidad de absorción organizacional. La incorporación de estas dimensiones en investigaciones posteriores permitiría ampliar la comprensión de la transición de la investigación académica a la innovación aplicada.

Por lo tanto, puede afirmarse que la implementación de un modelo basado en indicadores de madurez tecnológica (Katalevsky et al., 2024), que permita evaluar de manera sistemática el progreso de la tecnología desde la investigación básica hasta su aplicación práctica, en conjunto con la integración del modelo TRL en los procesos de gestión estratégica universitaria (Juan et al., 2010) — orientados a la priorización de proyectos, la asignación eficiente de recursos y el fortalecimiento de la vinculación universidad–industria— constituye un elemento clave para cerrar la brecha existente entre los proyectos de investigación académica y su aplicación efectiva en contextos productivos.

Conclusiones

El presente estudio aporta evidencia empírica sobre la relación entre la gestión estratégica institucional y la madurez tecnológica de los productos académicos en las instituciones de educación superior analizadas. Los resultados mostraron asociaciones estadísticamente significativas entre las políticas de transferencia tecnológica, el apoyo institucional, los incentivos orientados a la innovación y los niveles de madurez tecnológica alcanzados. Asimismo, la distribución descriptiva evidenció que el 67.1 % de los productos se concentró en los niveles TRL 1–3, mientras que el 9.1 % se ubicó en TRL 4–6 y el 23.8 % en TRL 7–9, lo que muestra una concentración predominante en las etapas iniciales del desarrollo tecnológico.

Las mayores magnitudes de relación se observaron en las variables vinculadas con los incentivos para la transferencia tecnológica, el apoyo institucional y la existencia de políticas institucionales. En particular, los incentivos presentaron una asociación moderada-alta con la generación de patentes o prototipos, mientras que el apoyo institucional y las políticas de transferencia mostraron relaciones moderadas con el nivel TRL. En contraste, el grado académico presentó la asociación de menor magnitud. Estos resultados sugieren que, dentro de la muestra analizada, las condiciones institucionales se relacionan más estrechamente con la progresión tecnológica que algunas características individuales de los investigadores.

La producción académica anual también presentó una correlación positiva moderada con el nivel TRL alcanzado. Esto indica que una mayor actividad académica se asocia con niveles superiores de madurez tecnológica; sin embargo, la productividad no explica por sí sola el avance de los productos hacia etapas de validación, demostración o aplicación. La transformación de los resultados científicos en desarrollos tecnológicos requiere, además, mecanismos institucionales que faciliten el acompañamiento de los proyectos, la disponibilidad de recursos, la protección de los resultados y su vinculación con posibles contextos de aplicación.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos respaldan la conveniencia de analizar la madurez tecnológica en relación con las condiciones institucionales que acompañan los procesos de investigación y transferencia. Las asociaciones identificadas evidencian la relevancia de las políticas de transferencia, el apoyo organizacional, los incentivos y la actividad académica para comprender las diferencias observadas en los niveles TRL. No obstante, debido al alcance correlacional y transversal de la investigación, los resultados no permiten establecer relaciones causales ni formular un modelo explicativo integral del proceso de maduración tecnológica.

En términos prácticos, los resultados sugieren que las instituciones de educación superior deben fortalecer sus estrategias de gestión de la innovación mediante la incorporación de modelos de madurez tecnológica en los procesos de planificación institucional. Asimismo, resulta necesario desarrollar estructuras especializadas de transferencia, establecer mecanismos de reconocimiento e incentivos para

los investigadores y facilitar el acceso a financiamiento, equipamiento, capacitación y colaboración externa. Estas acciones pueden favorecer la progresión de los productos desde las etapas iniciales de investigación y formulación conceptual hasta fases de validación, demostración y aplicación en entornos reales.

Los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones del estudio. El uso de información basada en la percepción de los participantes puede introducir sesgos, mientras que el diseño transversal no permite observar la evolución de los productos académicos a lo largo del tiempo. Además, el muestreo no probabilístico y la representación predominante de instituciones públicas limitan la generalización de los hallazgos. Por ello, se recomienda desarrollar estudios longitudinales, emplear muestras probabilísticas o estratificadas e incorporar enfoques metodológicos mixtos. Las investigaciones posteriores también deberán operacionalizar y evaluar dimensiones no incluidas en el presente estudio, como la viabilidad comercial, la capacidad de absorción organizacional y las condiciones de vinculación con el sector productivo, con el propósito de determinar su relación con la progresión de los productos académicos en la escala TRL y con su eventual transferencia a contextos de aplicación.

Declaración de conflicto de interés

No declaran conflictos de interés.

Contribución de autores

Autor	Concepto	Curación de datos	Análisis / Software	Investigación / Metodología	Proyecto/ recursos/Fondos	Supervisión / Validación	Escritura Inicial	Revisión y edición final
1	X					X	X	
2		X	X				X	
3				X			X	
4				X			X	
5	X				X	X		X

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) [subvención: CBF2023-2024-1721].

Referencias

Amarilli, F., Saraceni, F., & Locatelli, P. (2025). Valorising academic knowledge: A framework for research-to-market pathways. *European Conference on Knowledge Management, 26*, 34–43. https://doi.org/10.34190/eckm.26.1.3682

Araujo, R. L. K., & Miranda, A. L. B. B. (2024). Inovação aberta e transferência de tecnologia em universidades: Um estudo na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). *Observatório de la Economía Latinoamericana, 22*(3), e3959. https://doi.org/10.55905/oelv22n3-210

Biondi, L., & Russo, S. (2022). Integrating strategic planning and performance management in universities: A multiple case-study analysis. *Journal of Management and Governance, 26*(2), 417–448. https://doi.org/10.1007/s10997-022-09628-7

Caldera, A., & Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy, 39*(9), 1160–1173. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.05.016

Cobos, M. P., Quezada, V. F., Morloy, L. I. Z., Alvarez, P. V., & González, S. P. (2021). A model based on the Technology Readiness Level (TRL) scale to measure the maturity level of research projects that can become spinoffs in higher education institutions. *2021 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/CONIITI53815.2021.9619667

Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2017). *The triple helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship* (2a ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315620183

Giuri, P., Munari, F., Scandura, A., & Toschi, L. (2019). The strategic orientation of universities in knowledge transfer activities. *Technological Forecasting and Social Change, 138*, 261–278. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.030

Guerrero, M., & Menter, M. (2024). Driving change in higher education: The role of dynamic capabilities in strengthening universities' third mission. *Small Business Economics, 63*(3), 1321–1337. https://doi.org/10.1007/s11187-024-00869-4

Hansen, I.-E., Mork, O. J., Kleppe, P. S., & Giske, L. A. (2024). From concept to market: Integrating organizational knowledge creation to bridge technology and business gaps. *European Conference on Knowledge Management, 25*(1), 301–310. https://doi.org/10.34190/eckm.25.1.2559

Heaton, S., Siegel, D. S., & Teece, D. J. (2019). Universities and innovation ecosystems: A dynamic capabilities perspective. *Industrial and Corporate Change, 28*(4), 921–939. https://doi.org/10.1093/icc/dtz038

Horner, S., Jayawarna, D., Giordano, B., & Jones, O. (2019). Strategic choice in universities: Managerial agency and effective technology transfer. *Research Policy, 48*(5), 1297–1309. https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.015

Juan, Z., Wei, L., & Xiamei, P. (2010). Research on technology transfer readiness level and its application in university technology innovation management. *2010 International Conference on E-Business and E-Government*, 1904–1907. https://doi.org/10.1109/ICEE.2010.481

Katalevsky, D. Y., Kosmodemianskaya, N. V., & Grishin, A. G. (2024). A portfolio approach to the management of R&D projects of a technological university: The case of the Skolkovo Institute of Science and Technology. *Russian Management Journal, 22*(4), 635–654. https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.401

Kirby, D. A., & El Hadidi, H. H. (2019). University technology transfer efficiency in a factor driven economy: The need for a coherent policy in Egypt. *The Journal of Technology Transfer, 44*(5), 1367–1395. https://doi.org/10.1007/s10961-019-09737-w

Leon-Roa, C., Zuñiga-Collazos, A., Villada Castillo, H. S., Portela Guarin, H., Gamboa Franco, C. M., Rúa Gómez, D. C., & Gaviria Acosta, E. B. (2024). Valorization of research results for knowledge and technology transfer in public higher education institutions. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 10*(1), 100245. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100245

Lima, A. E. do N., Veloso, C. C. F., Silva, E. F. e, Santos, E. M. dos, Nascimento, I. J. B. M. F. do, Santana, R. B., Oliveira, T. L. D., Junior, T. S. C., & Silva, E. N. da. (2026). The role of universities and startups in regional innovation ecosystems: An integrative review for sustainable development. *Journal of Sustainable Research and Development, 2*(1), 1–9. https://doi.org/10.69739/jsrd.v2i1.1117

Okutan, V., & Kasapoğlu, M. Z. (2024). Strategic portfolio management of university-owned patents for commercializing inventions. *World Patent Information, 79*, 102306. https://doi.org/10.1016/j.wpi.2024.102306

Parakhina, V., Godina, O., Boris, O., & Ushvitsky, L. (2017). Strategic management in universities as a factor of their global competitiveness. *International Journal of Educational Management, 31*(1), 62–75. https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2016-0053

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy, 42*(2), 423–442. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007

Pujotomo, D., Ma'aram, A., Isyraf, M. I., Syed Hassan, S. A. H., & Sutopo, W. (2025). The scenario of accelerating technology commercialization at research university: A system dynamics approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 11*(1), 100497. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100497

Siegel, D. S., & Wright, M. (2015). Academic entrepreneurship: Time for a rethink? *British Journal of Management, 26*(4), 582–595. https://doi.org/10.1111/1467-8551.12116

Taouaf, I., Elyoussoufi Attou, O., El Ganich, S., & Arouch, M. (2021). La Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT): Hacia un modelo viable para las universidades en Marruecos. *Cuadernos de Gestión, 21*(2), 97–107. https://doi.org/10.5295/cdg.191179it

Thomas, E., Faccin, K., & Asheim, B. T. (2021). Universities as orchestrators of the development of regional innovation ecosystems in emerging economies. *Growth and Change, 52*(2), 770–789. https://doi.org/10.1111/grow.12442

Townes, M. S. (2025). The role of technology maturity level in the occurrence of university technology transfer. *Journal of the Knowledge Economy, 16*(2), 10685–10757. https://doi.org/10.1007/s13132-024-02171-w

Utami, S. B. P., Riska, N., Rusilanti, R., & Gumelar, A. (2025). Evaluation of content validity for an educational media instrument to enhance Early Childhood Education (PAUD) teachers' nutrition knowledge. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI), 5*(4), 1801-1808. https://bimaberilmu.com/jurnal/index.php/jppi/article/view/2531

Wapner, J. (2016). Technology transfer: The leap to industry. *Nature, 533*(7601), S13–S15. https://doi.org/10.1038/533S13a

Youtie, J., & Shapira, P. (2017). Exploring public values implications of the I-Corps program. *The Journal of Technology Transfer, 42*(6), 1362–1376. https://doi.org/10.1007/s10961-016-9518-z

Zaidi, K., & Gyaviira Musoke, G. (2020). University–industry technology transfer: Issues and probable remedies. *Journal of Education and Practice, 12*(1). https://doi.org/10.7176/JEP/11-17-06