

# LOGOS

REVISTA ACADÉMICA DE LEAD UNIVERSITY

Enero • Junio 2025  
Vol. 6 No. 1



ISSN 2215-5910

LEAD  
UNIVERSITY



Haga click  
en el artículo  
que desea  
consultar.

## CONTENIDO

### INVESTIGACIONES

- 4** **Carga regulatoria en las empresas costarricenses: Un análisis de percepción y redes**  
Toscano Luconi Esquivel y Andrés Segura Castillo
- 16** ***Spin-off* académicos como parte de la gestión estratégica universitaria: Un estudio bibliométrico y breve análisis de contenido**  
Karla Yanitzia Artavia Díaz  
y Carlos Alberto Segura Villarreal

### ENSAYOS

- 34** **Costa Rica: Dengue en 2024**  
Yanira Xirinachs Salazar, Bradley Jiménez Camacho,  
Jerlin Villalobos Ledezma y Juan Rafael Vargas
- 48** **Posibilidades de desarrollo sostenible: La sinergia entre biorrefinería, nanotecnología y energías limpias**  
José Roberto Vega Baudrit, Diego Batista Menezes  
y Mary Lopretti
- 60** **¿Por qué es necesario apoyar a las microempresas?**  
Emilio Zevallos Vallejos
- 70** **Diplomacia científica en la investigación biotecnológica en Costa Rica: Una necesidad apremiante**  
Montserrat Vargas Solórzano, José Vega Baudrit  
y Mary Lopretti

### RESEÑA DE LIBROS

- 81** Mario Agüero Obando

---

Director Editorial  
Lorne Cruz Saborío

Miembros del Comité Editorial  
Eduardo Ulibarri Bilbao  
Gloriana Ivankovich Escoto  
Marcela Hidalgo Solís  
Lincy González Rojas  
Willy Castro Guzmán

Revisores invitados:  
Alan Thompson Chacón  
Guillermo Matamoros Carvajal

Diseño de Portada  
Victoria Jiménez Merlo

Diagramación  
Luis Fernando Quirós Abarca

Formato y Estilo / Repositorio Digital  
Lorne Cruz Saborío

---

# RAZÓN, PENSAMIENTO Y ARGUMENTOS

A esto se refiere *Logos*, un nombre que, junto a la investigación, revela la naturaleza integral de esta revista.

---

## PRESENTACIÓN

### IMPULSAMOS EL ANÁLISIS CRÍTICO Y LA COLABORACIÓN INTERDISCIPLINARIA PARA ABORDAR DESAFÍOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

El Comité Editorial se complace en presentar la más reciente edición de nuestra revista académica, un espacio dedicado a la reflexión crítica y al análisis interdisciplinario de temas clave para el desarrollo sostenible, la innovación y la gestión estratégica. En esta ocasión, nuestros autores abordan una amplia gama de tópicos, desde la carga regulatoria empresarial y los *spin-offs* académicos hasta el dengue y desarrollo sostenible.

Esta edición reafirma nuestro compromiso con la promoción del conocimiento integral y la generación de soluciones transformadoras. Ofrecemos un espacio para el diálogo y el intercambio de ideas que cruza fronteras disciplinarias, conectando a investigadores, profesionales y lectores interesados en comprender y responder a los retos y oportunidades de un entorno global dinámico.

Con un total de ocho contribuciones distribuidas en tres secciones –investigaciones, ensayos y reseñas de libros–, esta edición invita a los lectores a explorar enfoques diversos, perspectivas innovadoras y propuestas fundamentadas. Cada trabajo refleja el rigor y la creatividad que caracterizan a nuestra comunidad académica, contribuyendo a un entendimiento más profundo de los desafíos actuales y a la búsqueda de soluciones sostenibles.

En la primera sección, denominada “**Investigaciones**”, se incluye el trabajo realizado por **Toscano Luconi** y **Andrés Segura** titulado: **Carga regulatoria en las empresas costarricenses: un análisis de percepción y redes**. El estudio analiza la percepción de la carga regulatoria en empresas costarricenses mediante análisis de redes sociales (ARS). Se identifican regulaciones laborales, tributarias y de seguro social como las más costosas, en contraste con las ambientales y de salud ocupacional. Las empresas consideran el entorno regulatorio complejo y costoso, con diferencias según su estructura organizativa. Se resalta la necesidad de un marco regulatorio más eficiente para mejorar la competitividad y apoyar a las PYMEs.

También se presenta, una segunda investigación desarrollada por **Karla Artavia** y **Carlos Segura**, titulada: **Spin-off académicos como parte de la gestión estratégica universitaria: un estudio bibliométrico y breve análisis de contenido**. El artículo analiza cómo las universidades implementan los *spin-offs* como parte de su gestión estratégica para fomentar la innovación. Utilizando análisis de contenido con R Studio y Bibliometrix, se identificó la importancia de políticas que integren capital psicológico, motivación, incentivos y tecnologías efectivas. Además, se

---

destaca la necesidad de promover autonomía estratégica y transferencia de conocimiento, complementando teorías de emprendimiento y conocimiento aplicadas al modelo *spin-off*.

La segunda sección "**Ensayos analíticos**", da inicio con la contribución de **Yanira Xirinachs, Bradley Jiménez, Jerlin Villalobos y Juan Vargas** con el escrito: **Costa Rica: Dengue en 2024**. El ensayo examina la situación actual del dengue en el país, basándose en una investigación cuantitativa de Vargas (2019) y actualizando sus datos. Se presentan gráficos que muestran la incidencia por cantón y la ocurrencia nacional, junto con una variante llamada "mapas/semáforo" que sugiere políticas públicas para reducir la incidencia a niveles de 2018. Además, se propone el uso de estos mapas como herramienta para generar indicadores de seguimiento del dengue.

También se suma el ensayo realizado por **José Vega, Diego Batista y Mary Lopretti** con el texto: **Posibilidades de desarrollo sostenible: La sinergia entre biorrefinería, nanotecnología y energías limpias**. El documento explora la integración de biorrefinería, nanotecnología y energía limpia para mejorar la sostenibilidad, utilizando tecnologías nanométricas en la producción de biocombustibles y bioplásticos. Destaca los beneficios de valorizar residuos agroindustriales y marinos, y los desafíos de implementación, como la escalabilidad y la regulación. Propone invertir en I+D y políticas públicas claras para facilitar una economía sostenible y baja en carbono.

Otra contribución a esta sección es el ensayo realizado por **Emilio Zevallos** titulado: **¿Por qué es necesario apoyar a las microempresas?** El texto indica que las microempresas, aunque son el segmento más numeroso a nivel global, enfrentan precariedad laboral y empresarial, y suelen recibir apoyo bajo esquemas asistencialistas. Sin embargo, estudios indican que al menos un 25% de estas empresas tienen potencial de crecimiento, pudiendo convertirse en pequeñas,

medianas o grandes empresas. Este desarrollo fortalecería el tejido empresarial, mejoraría la calidad de empleo e ingreso, y favorecería la descentralización. Además, aumentaría la recaudación impositiva y el acceso a la seguridad social, mejorando la productividad mediante el fortalecimiento del empleo.

Cierra esta sección, el ensayo realizado por **Montserrat Vargas, José Vega y Mary Lopretti** con el artículo titulado: **Diplomacia científica en la investigación biotecnológica en Costa Rica: Una necesidad apremiante**. El texto indica que la ciencia y la tecnología son claves para el desarrollo sostenible, y Costa Rica, comprometida con la protección ambiental, enfrenta el reto de fortalecer su diplomacia científica. Este artículo examina cómo la diplomacia científica puede impulsar la biotecnología en el país, alineando esfuerzos con instituciones como CONAGEBIO y estándares internacionales como los ODS. La integración de estos elementos podría posicionar a Costa Rica como líder en innovación biotecnológica sostenible.

Finalmente, la sección "**Reseña de libros**" presenta dos recomendaciones de lectura, con el objetivo de enriquecer el conocimiento de nuestros lectores, realizadas por **Mario Agüero**. La primera de ellas, titulada: **The secrets of Lego House: Design, Play, and Wonder in the home of the Brick**. Este texto aborda cómo Lego, conocida mundialmente por sus bloques de armar, casi quebró hace 20 años, pero logró un renacimiento al enfocarse en sus fundamentos y adoptar la frase "*back to the brick*". Parte de este cambio incluyó posicionar sus bloques como herramientas educativas bajo la filosofía de "Learning Through Play". En 2017, la empresa materializó esta visión con la Lego® House, un espacio interactivo que no solo es un museo, sino una experiencia transformadora. El libro detalla cómo cada aspecto del diseño, desde colores hasta sonidos, se cuidó para crear una experiencia coherente y memorable. Este proyecto ejemplifica cómo convertir ideas generales en una

---

estrategia exitosa, dejando lecciones valiosas sobre diseño, estrategia y la búsqueda de la excelencia.

La segunda reseña titulada: **Introduction to Computation and Programming using Python**, ofrece una introducción clara a Python, destacando sus aplicaciones prácticas sin complicarse con conceptos avanzados de programación. A partir del capítulo 12, se profundiza en estructuras de datos y algoritmos, mejorando significativamente. La sección final sobre estadística es especialmente útil para estudiantes de ciencia de datos. Con ejemplos bien explicados, el libro es recomendado tanto para

principiantes como para quienes deseen mejorar sus conocimientos prácticos en Python.

Les invitamos a sumergirse en la lectura de cada artículo de esta nueva edición, con el ánimo de disfrutar y reflexionar sobre los valiosos contenidos que presentan. Reafirmamos nuestro compromiso continuo de promover la cultura de investigación, apoyando el esfuerzo intelectual de nuestros docentes, investigadores y estudiantes, y fortaleciendo el intercambio de ideas que enriquece nuestra comunidad académica.

*Comité Editorial*



# CARGA REGULATORIA EN LAS EMPRESAS COSTARRICENSES: UN ANÁLISIS DE PERCEPCIÓN Y REDES

Recibido: 15 noviembre, 2024 • Revisado: 13 diciembre, 2024 • Aceptado: 20 diciembre, 2024

Toscano Luconi Esquivel  
y Andrés Segura Castillo

## RESUMEN

Este estudio explora la percepción de la carga regulatoria en las empresas de Costa Rica mediante el uso de análisis de redes sociales (ARS). Se analiza cómo las regulaciones laborales, tributarias y de seguro social se perciben como más costosas en comparación con regulaciones de menor impacto, como las ambientales y de salud ocupacional. Los resultados indican que las empresas califican el entorno regulatorio como complejo y de alto costo. Se destacan diferencias significativas en la percepción según la estructura organizativa, particularmente entre empresas con y sin departamentos de cumplimiento legal. Este análisis revela la necesidad de un marco regulatorio más eficiente y simplificado, que fomente la competitividad empresarial y apoye la supervivencia de pequeñas y medianas empresas (PYMEs).

**Palabras clave:** Carga regulatoria, Análisis de redes sociales, Regulación económica, Empresas, Costa Rica.

## ABSTRACT

This study examines the perception of regulatory burden among Costa Rican businesses using Social Network Analysis (SNA). It evaluates how labor, tax, and social security regulations are perceived as more burdensome compared to lower-impact regulations, such as environmental and occupational health standards. Results show that businesses rate the regulatory environment as complex and costly, with significant differences in perception based on organizational structure, particularly between companies with and without compliance departments. This analysis highlights the need for a more efficient and simplified regulatory framework that enhances business competitiveness and supports the survival of small and medium-sized enterprises (SMEs).

**Key words:** Regulatory burden, Social network Analysis, Economic regulation, Business, Costa Rica.

Toscano Luconi Esquivel es Profesor en LEAD University y asesor empresarial en estrategia, finanzas y operaciones.

Andrés Segura Castillo es Coordinador del Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica de la Universidad Estatal a Distancia y docente de la Maestría en Investigación Empresarial del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

La institucionalidad de un país es un elemento clave para el crecimiento económico (Acemoglu y Robinson, 2012). Entre más extractivas sean las instituciones, menor riqueza existirá para obtener como resultado de la competencia en los mercados, y por ende menor será el emprendimiento. Dada la ausencia de iniciativa, la innovación caerá y será insuficiente el progreso tecnológico. Un mecanismo para prevenir esto es el diseño de regulaciones económicas que promuevan la competencia y faciliten el acceso a los recursos. No obstante, su formulación tiene que ser basada en una serie de principios y recomendaciones que no la orienten hacia la extracción y excesivo control de los mercados. Debe ser lo suficientemente rigurosa como para no permitir que se tergiverse en beneficio de unos pocos, pero también moderada para que fomente los nuevos desarrollos y no se convierta en un marco regulatorio anticuado e inútil (Baldwin *et al.*, 2012).

Asimismo, el emprendimiento es uno de los principales motores de una economía, especialmente la costarricense donde el parque empresarial está compuesto en un 97,4% de Pequeñas y Medianas Empresas (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, 2021). Como indica Rivera (2022) “las ineficiencias y la mala asignación de recursos creadas por instituciones y políticas débiles tienden a explicar en buena medida las diferencias entre ingresos y productividad total de los factores entre los países.” La regulación en pro del emprendimiento no es una condición suficiente para el crecimiento y desarrollo económico. La estructura de ésta debe ser tal que, si bien promueve el inicio de una empresa, le permita crecer y continuar haciendo aportes a la sociedad. Otros factores que influyen en esa constitución pueden ser: la infraestructura del país (bienes públicos a disposición del agente económico), el capital humano (nivel de conocimiento y especialización), la innovación y desarrollo (adopción de nuevas tecnologías o desarrollos propios), el entorno político y social, y por último el acceso a los mercados financieros y su desarrollo.<sup>1</sup>

En esta línea, Peck *et al.* (2017) identificaron que las organizaciones con mentalidad de crecimiento tienden

a percibir más fuertemente la regulación que les rodea, un factor que puede ser determinante en su senda de desarrollo y que puede imponer restricciones que las lleven al cierre técnico si se materializan distintos incumplimientos. De manera similar, y con una perspectiva más positiva, Kitching *et al.* (2015) comentan que la regulación es habilitadora si las organizaciones logran adaptar sus capacidades a ellas mediante el cumplimiento activo y la gestión de las partes interesadas; también identifican que la carga percibida depende del contexto en el que se desarrolla la actividad, por lo que hay una inherente heterogeneidad de opiniones al respecto.

Tomando como base el contexto anterior, se plantea entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la percepción, en términos de costos, de la carga regulatoria en Costa Rica por parte de las empresas? A esto se le suman interrogantes como ¿es homogénea la percepción de la carga o se evidencian diferencias? ¿Hay normas que son más costosas o que imponen una carga más elevada hacia las empresas? Estas interrogantes son de primer interés para los profesionales en ciencias empresariales y políticas (administradores, ingenieros, economistas, abogados, entre otros), ya que les ofrece conocimiento nuevo y empírico sobre la realidad que enfrentan las organizaciones costarricenses.

El estado actual del conocimiento en esta materia es incompleto. Si bien se han realizado trabajos que buscan identificar la carga regulatoria en otros países, no se identificaron proyectos como este para el contexto de Costa Rica. De ahí que esta investigación cobra relevancia, más aun partiendo de que el país no se encuentra en una posición altamente competitiva según los indicadores empresariales y económicos (Grupo Banco Mundial, 2020). Asimismo, dados los últimos acontecimientos en materia política de Estados Unidos, principal socio comercial costarricense, toma relevancia que el país cuente con un marco regulatorio sólido pero bien proporcionado que les permita a las empresas competir de manera segura, pero sin ejercer una fuerza desproporcionada sobre ellas.

La investigación hace uso de los métodos de Análisis de Redes Sociales (ARS) para identificar la carga percibida por parte de una muestra de organizaciones o

<sup>1</sup> El enfoque de este trabajo es de la regulación económica en su sentido amplio, pero se reconoce que cada uno de estos temas puede ser una variable directa o moderadora en la construcción de un modelo que busque optimizar la formulación regulatoria. El lector interesado puede consultar fuentes como Barro y Sala-i-Martin (2004) y Jones y Vollrath (2013) para temas de crecimiento económico, Aghion *et al.* (2007) y Bakhtiari *et al.* (2020) para temas financieros y López-Lemus *et al.* (2024) como un introductorio al efecto de recursos humanos.

actores empresariales del país. Los resultados son congruentes con la literatura y la pregunta de investigación planteada. Uno de los hallazgos más importantes es que las empresas consideran que el cumplimiento regulatorio es complejo (le otorgan una nota de 95 sobre 100 a la complejidad). De manera similar, se identifica que existen dos principales tipos de regulación: aquellas que ejercen una fuerza más elevada sobre las empresas (laboral y tributaria), y otras que consideran secundarias (ambiente, salud y comercio). Por último reconocemos que, si bien el estudio es novedoso, las conclusiones obtenidas deben tomarse como preliminares y condicionadas a un tamaño de muestra pequeño, por lo que pueden no presentar validez estadística.

## REVISIÓN DE LITERATURA

El análisis de redes sociales es una herramienta poderosa cuando se trata de analizar las interacciones, dinámicas y la estructura que existe detrás de la información que circula por ellas. En este contexto temático, el de la regulación económica y empresarial, no son sustanciales los desarrollos que se han presentado especialmente en países latinoamericanos. No obstante, sí existe literatura que aplica los principios a este tema en otras geografías. En lo que sigue se presentan los principales hallazgos obtenidos de la revisión de literatura realizada en revistas de primer nivel disponibles en la base de datos EBSCOHost. Para facilidad del lector, se subdivide en dos la sección, de forma que primero se presenta lo relevante a las propias redes sociales aplicada en el contexto, y posteriormente una serie de conclusiones de otros ámbitos donde se ha utilizado la herramienta.

## REDES SOCIALES EN LA REGULACIÓN

En su trabajo, Wasserman y Faust (2009) presentan las bases del ARS al proponer métricas como la centralidad de grado<sup>2</sup> y la densidad<sup>3</sup> para evaluar la influencia y conectividad dentro de una red. Estas métricas

le permiten al investigador y analista entender más a profundidad la estructura que presenta la red y cuál es la dinámica que existe en ella. Otras consideraciones relevantes son el diámetro (cuántas conexiones son necesarias para “cruzar” de un lado a otro), la cantidad de comunidades<sup>4</sup> y los componentes conectados<sup>5</sup>

En relación con lo anterior, Zakimi *et al.* (2024) utilizaron ARS para analizar cómo las relaciones estructurales en redes políticas afectan la percepción de poder y valor. Los autores identificaron que las conexiones genuinas y la posición central dentro de la red permiten a ciertos actores ejercer mayor influencia y acceder a recursos valiosos. En el contexto costarricense, esta metodología podría revelar no solo cómo se forma la regulación y el poder necesario para aprobarla, sino cómo las organizaciones gremiales y las empresas multinacionales o de alto poder de negociación pueden afectar la dinámica de la red.

Similarmente a lo que comentan los anteriores, Zhang *et al.* (2019) encontraron que empresas más centrales en redes de capacitación empresarial tenían mayor acceso a recursos y mejores prácticas. Esta lógica puede trasladarse al análisis de redes regulatorias, donde empresas más conectadas podrían percibir menor carga regulatoria debido a su acceso a información o apoyo. En el caso de Costa Rica se ha evidenciado que agrupaciones como la Cámara Nacional de Turismo, la Cámara de Industrias de Costa Rica, la Cámara de Comercio de Costa Rica y otras, no solo tienen la influencia para tener organizaciones cerca, sino de influenciar el quehacer político emitiendo recomendaciones y sugerencias para los políticos y tomadores de decisiones.

## EFFECTOS DE LA REGULACIÓN

En esta vertiente el primer hallazgo es el que presenta Zhang *et al.* (2023), quienes estudiaron cómo las posiciones dominantes en redes internacionales de acuerdos comerciales profundos permiten mitigar

<sup>2</sup> El grado de un nodo se define como la cantidad de conexiones que tiene con otros en la red. En este caso, el grado es igual en todos los nodos por tratarse de una encuesta donde cada empresa responde sobre las regulaciones. Específicamente, el grado de los nodos de regulación es de 24 y el de las empresas es de 10.

<sup>3</sup> La densidad es otro estadístico del análisis, en el tanto lo que mide es la cantidad de conexiones existentes en comparación contra las posibles. Una red con densidad de 100 (o 1) indica que todos los nodos se conectan entre sí.

<sup>4</sup> Las comunidades son grupos de nodos que cumplen una serie de características en conjunto, o tienen un alto nivel de conectividad con ellos mismos; efectivamente haciendo núcleos de donde se generan vértices (conexiones) hacia otras comunidades.

<sup>5</sup> El estadístico de componentes conectados u otro nombre que él lleve lo que representa es cuántas “secciones” tiene un grafo. Se diferencia de la modularidad o las comunidades de forma que los componentes suelen ser grupos de nodos que tienen poca conexión (o ninguna) con otro núcleo de nodos.

barreras regulatorias y mejorar prácticas anticorrupción. Si bien el enfoque es internacional, sus hallazgos subrayan cómo las redes en las que operan las empresas pueden influir en su capacidad para manejar regulaciones, en línea con los párrafos anteriores. En materia de relaciones internacionales, igualmente, Li *et al.* (2024) exploraron cómo los pagos digitales afectan el comercio internacional y destacaron que la adopción de nuevas tecnologías puede reducir barreras regulatorias. Aunque estos autores no se enfocan en el caso costarricense, existe evidencia de esfuerzos en esta índole como la creación y puesta en marcha del Sistema Nacional de Pagos Electrónicos (SINPE) por parte del Banco Central de Costa Rica. Un aspecto de consideración interesante es que si bien esto puede reducir las barreras al comercio y la gestión empresarial, una consecuencia no intencionada es que facilita a las empresas informales mantenerse en tal condición, por medio de canales de pago “legítimos” que no les implica mayor necesidad de formalidad legal o financiera.

## METODOLOGÍA

Para este trabajo se determinó que una investigación cuantitativa de corte transversal y carácter exploratorio es la mejor opción para recopilar y analizar la información. Partiendo de eso se diseñó un formulario en la aplicación Microsoft Forms, donde los participantes podían contestar una serie de preguntas siguiendo una escala de Likert de 5 niveles (Likert, 1932). Con ayuda de asesores legales, y mediante la experiencia en el campo, se identificaron las principales regulaciones que afectan el funcionamiento de una empresa. El conjunto de normas que se seleccionaron son: Seguro Social, Código de Trabajo, Código de Comercio, Impuesto de Renta, Impuesto al Valor Agregado, Protección al Consumidor, Regulación de Salud Ocupacional, de Ambiente y de Aduanas.

Adicionalmente a consultar sobre estas regulaciones identificadas, se le solicitó a quien contesta la encuesta completar información del perfil del participante para recopilar observaciones de las variables:

industria de operación de la empresa (intervalos), años de operación en el sector (intervalos), grado académico de quien responde (categórica), años de experiencia laboral (intervalos), y si cuenta la empresa con un departamento de cumplimiento legal o no (binaria)<sup>6</sup>. La muestra está constituida por 24 actores empresariales que ofrecieron completar el formulario.<sup>7</sup> Este grupo empresarial constituye el universo de estudio y por ende delimita la red a sus respuestas. No obstante, la formulación de la investigación permite que, con el cuidado de la validez estadística, se realicen observaciones de lo que puede ser el patrón a nivel poblacional.

Para obtener una métrica objetiva y cuantificable del esfuerzo relativo habría sido necesario solicitar información como tiempos dedicados al cumplimiento legal, gasto asociado y otras variables cuantificables de forma que se pudiesen agrupar en una construcción matemática (como un índice). El problema de esa forma de exploración es que se torna compleja para el investigador identificar de manera precisa cuánto tiempo efectivamente dedicó un gerente a cuestiones del Código de Trabajo, cuánto al Código de Comercio y así respectivamente. Por esa razón las preguntas fueron enmarcadas desde una formulación de percepción.

El lector podrá detectar que la última interrogante es sobre el cumplimiento general de la regulación económica (seleccionada) en Costa Rica. Esto, a nivel estadístico, puede representar un causante de multicolinealidad en las respuestas; no obstante, el diseño es intencional. De esta forma, con la recopilación de más respuestas, el investigador puede plantear un modelo de regresión en el que la variable explicada es la carga total y las variables explicativas son las distintas leyes o reglamentos; esta formulación permitiría (en un futuro proyecto), entender el peso o efecto específico que cada conjunto normativo representa para el encuestado y su representada.

Las variables observadas son las siguientes: industria (sector en el compite la empresa), edad de la empresa (intervalo), rango etario (edad de quien contesta el cuestionario), formación (grado académico de quien responde), experiencia (años de experiencia laboral). Las variables

<sup>6</sup> Esta información se recopiló con la intención de controlar los resultados con base en las distintas variables. A saber, una industria como la manufactura de dispositivos médicos está más regulada que el comercio al por mayor, sin embargo la primera suele tener más recursos para hacer frente a esa carga y por ende la percepción puede ser menor.

<sup>7</sup> Dada una limitación temporal en el desarrollo del proyecto el cuestionario no se pudo realizar mediante entrevista, por lo que se utilizó la aplicación Microsoft Forms para el ejercicio. Se prefirió no recopilar el nombre, posición o empresa específica de quien contesta, para quien contesta para evitar posibles complejidades por contratos de confidencialidad.

**TABLA 1. DATOS RECOPIRADOS POST-PROCESAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN NUMÉRICA**

Id	Industria	Edad Empresa	Rango Etario	Formación	Experiencia	Codigo Trabajo	Codigo Comercio	Impuesto Renta	Valor Agregado	Ambiental	Seguro Social	Salud Ocupacional	Aduanas	Proteccion Consumidor	Cumplimiento General	Departamento Legal	Complejo
1	Construcción e infraestructura	Más de 20 años	>55	Bachillerato	Más de 20 años	2	2	4	4	3	3	2	3	3	3	1	1
2	Otro	Más de 20 años	>55	Bachillerato	Más de 20 años	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	1	1
3	Otro	5 - 10 años	36 - 45	Maestría	5 - 10 años	5	4	4	4	3	5	3	4	3	4	1	1
4	Manufactura de precisión	Más de 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1
5	Otro	Más de 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	4	2	2	2	3	4	3	2	3	3	0	1
6	Construcción e infraestructura	Menos de 5 años	36 - 45	Maestría	11 - 20 años	4	2	4	5	3	4	4	5	2	4	0	1
7	Construcción e infraestructura	Más de 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	0	1
8	Servicios financieros	Más de 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	5	4	5	5	1	5	4	1	1	4	0	1
9	Alimentos y bebidas	Más de 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	5	5	5	5	5	5	4	5	2	5	0	1
10	Alimentos y bebidas	11 - 20 años	>55	Maestría	Más de 20 años	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	1
11	Otro	Más de 20 años	>55	Bachillerato	Más de 20 años	4	2	4	5	4	5	5	5	4	3	0	1
12	Otro	Menos de 5 años	26 - 35	Maestría	5 - 10 años	5	3	5	2	1	5	1	1	1	2	0	1
13	Servicios financieros	11 - 20 años	>55	Maestría	11 - 20 años	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	1	1
14	Otro	Menos de 5 años	18 - 25	Colegio (Técnico, Profesional o Académico)	Menos de 5 años	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	1	1
15	Energía y recursos naturales	Más de 20 años	36 - 45	Bachillerato	11 - 20 años	4	1	5	4	4	4	4	1	1	5	1	1
16	Otro	11 - 20 años	36 - 45	Maestría	Más de 20 años	2	2	4	4	2	4	3	2	2	4	0	1
17	Tecnologías de la información	Menos de 5 años	18 - 25	Colegio (Técnico, Profesional o Académico)	Menos de 5 años	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	1	1
18	Otro	Menos de 5 años	18 - 25	Bachillerato	Menos de 5 años	4	5	4	3	5	4	2	3	4	4	1	1
19	Otro	Menos de 5 años	18 - 25	Colegio (Técnico, Profesional o Académico)	Menos de 5 años	3	2	4	4	1	2	2	1	2	3	0	1
20	Otro	Menos de 5 años	18 - 25	Colegio (Técnico, Profesional o Académico)	Menos de 5 años	2	4	4	3	3	2	3	4	4	4	0	1
21	Tecnologías de la información	Menos de 5 años	18 - 25	Bachillerato	Menos de 5 años	3	3	1	2	2	3	4	3	2	3	1	1
22	Tecnologías de la información	11 - 20 años	36 - 45	Bachillerato	11 - 20 años	5	2	1	1	4	5	3	4	3	5	1	1
23	Servicios financieros	Menos de 5 años	18 - 25	Maestría	Menos de 5 años	4	3	5	5	3	5	4	3	3	4	1	1
24	Otro	Menos de 5 años	18 - 25	Colegio (Técnico, Profesional o Académico)	Menos de 5 años	2	1	3	3	1	2	3	1	2	2	0	1

Fuente: Elaboración propia, 2024.

“Código de Trabajo” y las que proceden fueron recopiladas con la escala de Likert mencionada; cada una de ellas observa el costo percibido. Las últimas tres columnas, “Cumplimiento General”, “Departamento Legal” y “Complejo”, concentran las respuestas sobre cuán complejo consideran es el cumplimiento general de la regulación en Costa Rica, si la empresa cuenta con un departamento legal (y de cumplimiento) y si clasifican el entorno regulatorio como complejo.<sup>8</sup> Posterior a la recolección de los datos, y dado que su naturaleza categórica, se procede a realizar una transformación hacia números ordenados. De esta forma, la respuesta “Nada costoso” representa un 1, y la selección “Muy costoso” es identificada con un 5.<sup>9</sup>

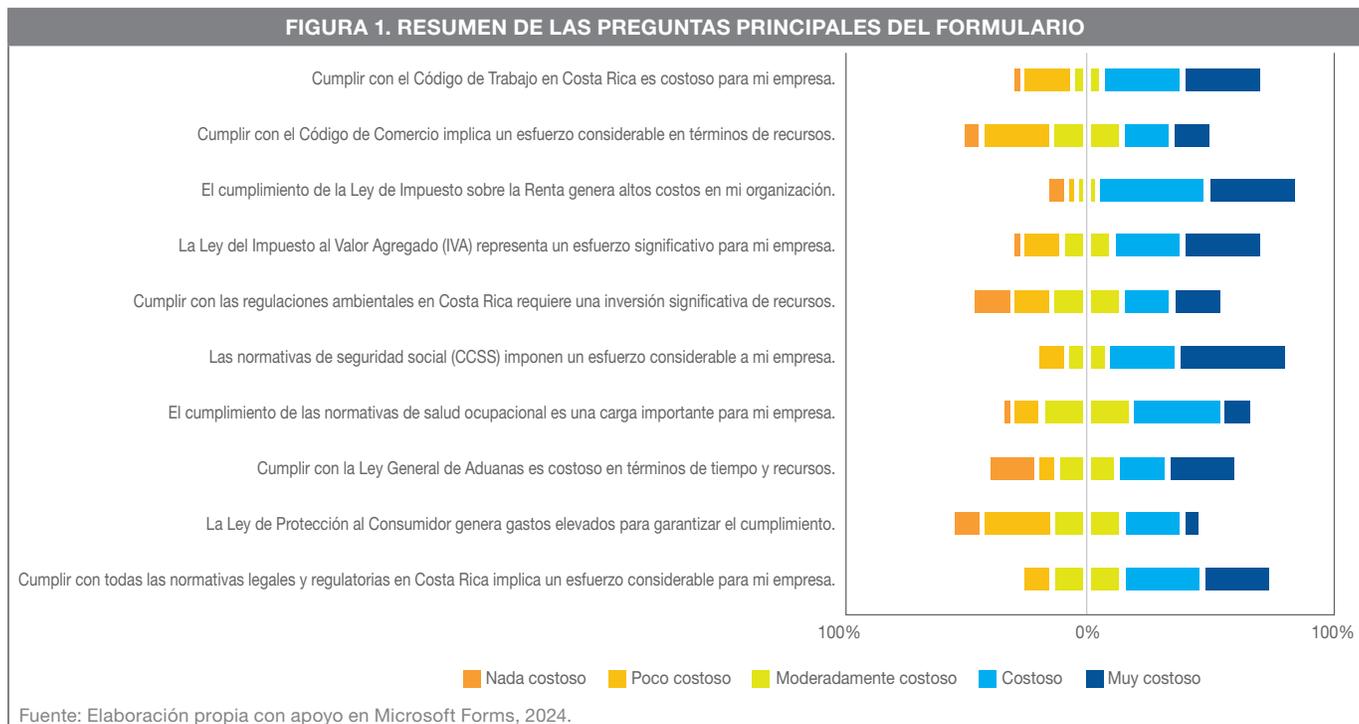
Con los datos ordenados, se procede a estructurarlos de forma que sea posible la carga del archivo al software Gephi para el análisis propio de las redes. Este procedimiento se realiza con el apoyo de ChatGPT en su versión 4o (OpenAI, 2024). Con lo anterior se crea una matriz con dimensiones [240, 3], donde la primera columna representa la fuente (la empresa), la segunda el objetivo (la regulación) y la tercera el peso (carga percibida). Esta estructura concuerda con lo necesario

para que el software pueda interpretar las relaciones entre los nodos y cargar los vértices con los pesos determinados, de forma que la visualización y cálculos sean precisos. Posterior a esto, se realiza un análisis estadístico descriptivo con base en los resultados del software. Los aspectos por considerar son: grado promedio, grado ponderado, densidad, modularidad y componentes conectados. Esto se presenta en la siguiente sección.

**TABLA 2. MUESTRA DE LA MATRIZ UTILIZADA EN GEPHI PARA LA EMPRESA 1.**

Fuente	Objetivo	Peso
1	Codigo_Trabajo	2
1	Codigo_Comercio	2
1	Impuesto_Renta	4
1	Valor_Agregado	4
1	Ambiental	3
1	Seguro_Social	3
1	Salud_Ocupacional	2
1	Aduanas	3
1	Proteccion_Consumidor	3
1	Cumplimiento_General	3

Fuente: Elaboración propia, 2024.



<sup>8</sup> Estas últimas dos variables son binarias, donde 1 representa que sí, y 0 que no.

<sup>9</sup> La llave de traducción es la siguiente: “Nada costoso” = 1, “Poco costoso” = 2, “Moderadamente costoso” = 3, “Costoso” = 4, y “Muy costoso” = 5.

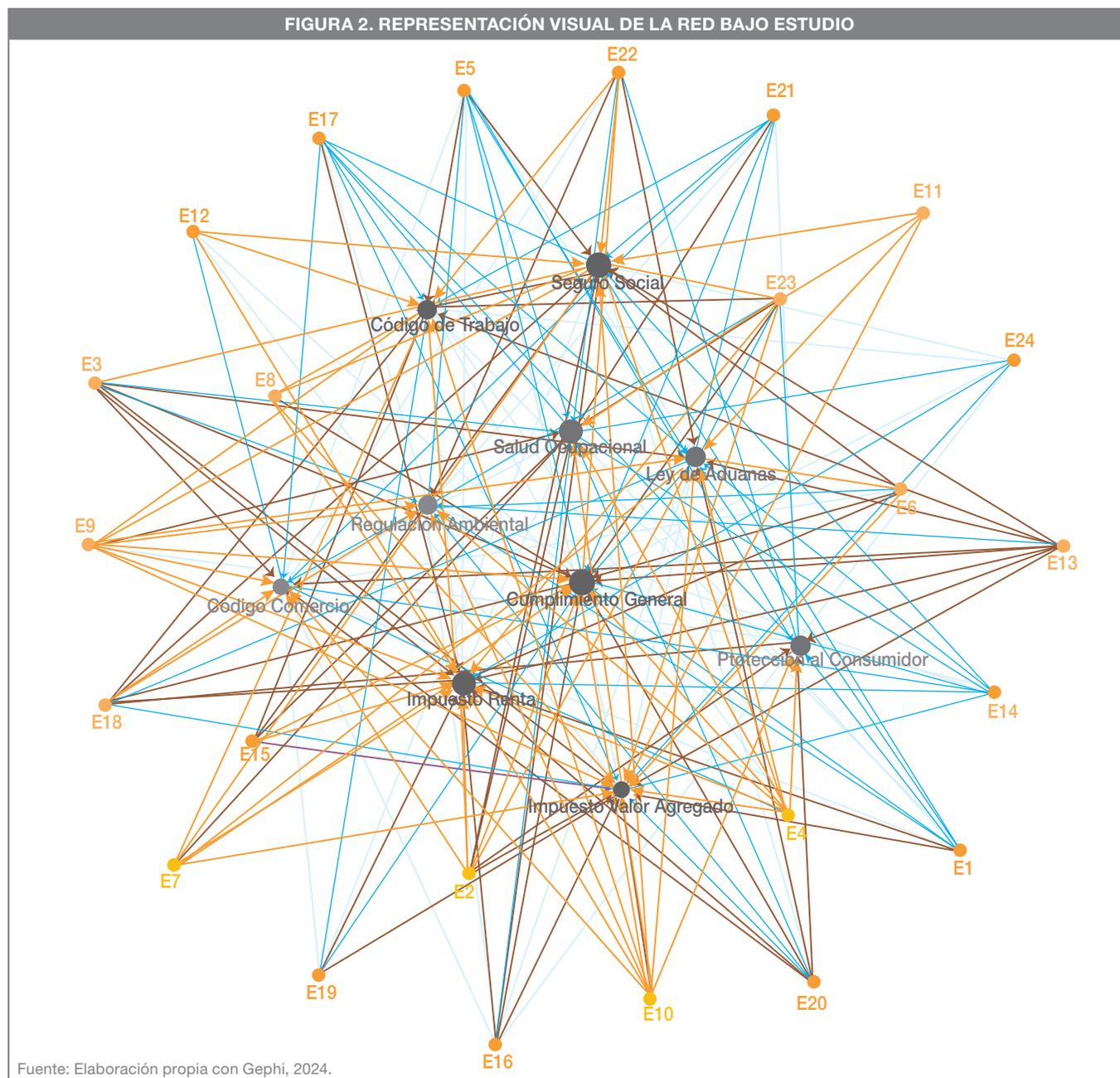
## RESULTADOS

Como se observa en la figura 1, donde se aprecian las preguntas realizadas y un resumen de las posiciones de los participantes, existe heterogeneidad en las respuestas. Esto da respuesta a una de las preguntas planteadas al inicio de la investigación, acerca de si existe o no homogeneidad en la carga regulatoria percibida por parte de las empresas en Costa Rica.

Como se mencionó, los resultados del análisis son los esperados. La exploración de los datos fue realizada

con el apoyo de la herramienta Gephi, en su versión 0.10.0 para Mac. La matriz cargada generó correctamente 34 nodos (24 empresas y 10 regulaciones) y 240 vértices dirigidos. Esto es interesante de considerar ya que realmente es la regulación la que impone una carga sobre las empresas y, técnicamente, esa carga es equitativa y no discriminatoria. No obstante, como se ha expuesto y es conocido, las empresas perciben una carga regulatoria distinta. Eso es lo que se refleja en el grafo con los distintos pesos de los vértices. Visualmente se

FIGURA 2. REPRESENTACIÓN VISUAL DE LA RED BAJO ESTUDIO



observa que la dirección es de la empresa hacia la regulación, empero la carga realmente es en la otra vía y lo que se representa es la relación.

Con respecto al análisis cuantitativo de la red, se observa que el grado promedio es de 7 conexiones por nodo. Lo anterior, ya que existen 10 nodos con 24 conexiones y 24 nodos con 10 conexiones. Al ponderar el grado promedio con respecto a los pesos, se obtiene un valor de 24. La densidad de la red es de 0.214, en línea con su construcción no aleatoria pero estructurada de 34 nodos y 240 vértices<sup>10</sup>. Si bien no se identifican componentes desconectados (solo un núcleo), los algoritmos si detectan la existencia de 3 comunidades. Éstas, mediante análisis de la red y conocimiento técnico, se identifican como: 1) las empresas, 2) las regulaciones de baja influencia y 3) las regulaciones de alta influencia. Con esto se comienza a vislumbrar el efecto diferenciado de las varias normativas.

En cuanto a la visualización, se utilizó el algoritmo Fruchterman Reingold<sup>11</sup>, con un factor de expansión de 10. El tamaño de los nodos está determinado por la cantidad de vértices que llegan a cada uno; de forma que las regulaciones sean las predominantes. Los colores de los vértices están en función del peso asignado por cada fuente; celeste para las más leves, azul las intermedias y rojo aquellas más altas. El tono de las etiquetas de los nodos regulatorios utiliza una regla similar, en el tanto aquellos más tenues son los que el grado ponderado es menor. Si el autor imagina la red en tres dimensiones, podría observar en una capa inferior aquellas regulaciones con menor impacto, en una capa intermedia las empresas (con color naranja) y, en la capa superior, las regulaciones que más carga generan hacia las organizaciones.

## DISCUSIÓN

Partir de una muestra de 24 empresas, sobre un parque empresarial que supera las 400,000 existencias (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2022), no es representativa para realizar inferencia estadística. Sin embargo, por conocimiento de causa y profesional, así como los hallazgos de este trabajo, el investigador puede plantear una serie de observaciones. La primera está

en línea con lo que comenta la Cámara de Comercio de Costa Rica (2022) en cuanto a que es necesario “dirigir esfuerzos a reducir las altas cargas sociales y cargas impositivas empresariales, disminuyendo la retención del I.V.A., el exceso de tramitología, renta con el pago de tarjetas, la base de las tasas de interés para en la Banca Pública y flexibilizando algunos requisitos (especialmente los avales) del financiamiento a través del Sistema de Banca para el Desarrollo, entre otras acciones.”

Estudios como los del Grupo Banco Mundial (2020) que identifican que en Costa Rica se tarda 23 días, en promedio, en registrar una empresa; y que esto requiere un mínimo de 10 gestiones distintas. Por el lado tributario, se deben hacer 10 pagos distintos (diferentes impuestos) y dedicar al menos 151 horas al ejercicio. Si se compara contra las horas laborales que dicta el Código de Trabajo, eso representa el 62% de una jornada mensual; por ende se traduce a que los gerentes y dueños de empresas deben destinar al menos 5% de su tiempo para gestionar temas tributarios -lo cual puede ser más si no cuentan con apoyo contable y legal como ciertas organizaciones. Esto se complementa con lo que presentan Monge-González y Torres-Carballo (2015) y Rivera (2011) sobre la mortalidad empresarial. Los autores estiman que la probabilidad de supervivencia de una microempresa reduce a 79% en el segundo año, y a 61% transcurridos 5 años. De manera similar, para las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), la probabilidad se mantiene alrededor del 80% de supervivencia; es decir, una de cada cinco PYME cesa de existir cada año.

Partiendo de lo observado en la red se puede hacer una inferencia interesante: se presume la existencia dos tipos percibidos de regulaciones en el entorno costarricense. En primera instancia, y como se mencionó en los resultados, las regulaciones de menor influencia sobre las empresas. El conjunto de estas puede estar constituido por normativa en materia ambiental, de salud ocupacional, protección al consumidor, de energía, entre otras. Por otra parte, se identifica que el conjunto de reglamentos y leyes que presentan una mayor influencia en el ejercicio empresarial tiene como dos dimensiones principales: la laboral (seguridad social y código de trabajo) y la tributaria (renta y valor agregado). Relacionado

<sup>10</sup> A las empresas participantes se les solicitó que contestaran todas las preguntas aun cuando consideraban que la regulación no es referente a ellas. De esta manera se obtenía una matriz completa y la información permite identificar si existen o no dos tipos de regulaciones como se mencionó.

<sup>11</sup> Para detalles sobre el funcionamiento del algoritmo se puede revisar el trabajo de Fruchterman, T. M. J., & Reingold, E. M. (1991).

a esto, Rivera (2010) identifica que las cargas institucionales afectan desproporcionadamente a las PYME y que esto es uno de los factores influyentes en su poco crecimiento. Es ahí donde se identifica una oportunidad de mejora en cuanto a la institucionalidad y reglamentación del ejercicio económico, para que el marco normativo se simplifique y las 20 leyes que buscan promover la actividad de las empresas (PYMES en específico) sean congruentes con las demandas del marco regulatorio extendido en Costa Rica.

Aunado a lo anterior, se identifica que existe una diferencia en cuanto a la carga percibida por aquellas empresas que cuentan con un departamento de cumplimiento legal y las que no. Esto se observa por la intensidad (y respectivo peso) de los vértices de su nodo hacia la regulación. Se debe recordar que todas las instancias las preguntas fueron resueltas por ejecutivos y altos mandos de la organización; por ende, una carga regulatoria percibida como menor se relaciona con una estructura administrativa que no presiona en demasía a las gerencias. Con base en lo anterior se identifica una oportunidad de competencia en el tanto una organización o profesional experto pueda ofrecer servicios de apoyo regulatorio a las organizaciones que no cuentan con un departamento, y que no tienen los recursos suficientes como para administrar una oficina de ese tipo; en línea con lo que sugiere Rivera (2022) sobre la exposición que presentan las empresas pequeñas no exportadoras de capital nacional a la mortalidad en edades tempranas.

## CONCLUSIONES

El entorno institucional y empresarial tiene una gran influencia sobre la gestión de las empresas. Nos referimos específicamente, a la regulación económica y empresarial, ya que dicta en cierta medida el qué, cómo, por qué y cuánto se puede hacer en distintos sectores de la economía. Este trabajo tuvo como objetivo explorar la carga regulatoria percibida por las empresas en Costa Rica, así como identificar si existe heterogeneidad y normas principales que requieran mayor esfuerzo. Por medio de métodos estadísticos como el Análisis de Redes Sociales se ha presentado evidencia a que le permite al investigador presentar

una serie de conclusiones positivas referentes a la pregunta de central.

En primera instancia, se identificó una red básica que relaciona el grupo de nueve regulaciones con el quehacer de las empresas y presenta la carga percibida por ellas. De ese análisis se desprende que las empresas califican el entorno regulatorio de Costa Rica como uno de alta costo para el cumplimiento.

El segundo hallazgo es que existe heterogeneidad en la percepción regulatoria. Esto es congruente con lo presentado por Rivera (2010) en el tanto las micro empresas tienden a sufrir más por la normativa, y de la muestra 10 de las empresas tienen menos de 5 años de operación. Asimismo, permite confirmar parcialmente que las regulaciones a favor de las pequeñas empresas no están cumpliendo necesariamente su objetivo, sino que solo aportan más reglas a un campo que no la necesita. De esta observación se identifica una primera línea de investigación futura, que es la exploración y caracterización de esa percepción de la carga regulatoria. Para realizarlo sería necesario aumentar el tamaño de muestra y hacerla representativa del parque empresarial costarricense, de forma que se puedan emitir recomendaciones aplicables al contexto.

El tercer aspecto que resaltar es la aparente existencia de dos tipos de normativas o percepciones sobre las mismas por parte de las empresas. Como se mencionó, el cumplimiento en materia laboral y tributaria le resulta más costoso a las empresas, que aquellas propias de los campos de ambiente, aduanas o salud ocupacional. Esto abre una oportunidad para sugerir una segunda línea de investigación que busque identificar si es posible desarrollar un programa de cumplimiento regulatorio escalonado y simplificado. En vez de que las empresas, al día siguiente de su formalización, deban cumplir con 20 o 30 normas distintas, que lo realicen de manera paulatina y congruente con las buenas prácticas empresariales. Por ejemplo, se debe cumplir como base con el Código de Trabajo y Código de Comercio, seguidamente Valor Agregado y Seguro Social, posteriormente con Renta y sucesivamente.<sup>12</sup>

Por último, se reconoce que esta investigación y sus hallazgos tiene implicaciones en dos asuntos fundamentales del quehacer económico costarricense.

<sup>12</sup> Un esquema como este ya existe en la práctica, dado que las PYMEs inscritas ante el MEIC gozan de créditos al impuesto de renta en los primeros años de operación. Por lo que la propuesta requeriría únicamente extenderlo a la demás materia.

A saber, en la mejora de la formulación de la política (especialmente en el objetivo de ésta) y en la simplificación regulatoria que debe emprender el Estado (la reducción de leyes, normas y reglamentos que se deben cumplir y en ocasiones tienen requisitos redundantes y

repetidos). Hay suficiente espacio para mejorar en este aspecto en Costa Rica, y se considera que la economía todavía se encuentra en un punto donde tendrá un retorno de inversión positivo al recurso dispuesto para la mejora en esta materia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., y Robinson, J. A. (2012). *Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty* Crown Publishers.
- Baldwin, R., Cave, M., y Lodge, M. (2012). *Understanding Regulation: Theory, Strategy, and Practice* (2 ed.). Oxford University Press.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2022). *Disminuye cantidad de microempresas en el país: 9,7% menos respecto al 2021*. INEC. <https://inec.cr/noticias/disminuye-cantidad-microempresas-el-pais-97-menos-respecto-al-2021>
- Kitching, J., Hart, M., y Wilson, N. (2015). Burden or benefit? Regulation as a dynamic influence on small business performance. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 33(2), 130-147. Scopus. <https://doi.org/10.1177/0266242613493454>
- Li, Z., Chen, H., Lu, S., y Failler, P. (2024). How does digital payment affect international trade? Research based on the social network analysis method. *Electronic Research Archive*, 31(3), 1-19. <https://doi.org/10.3934/era.2024065>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio. (2021). *Estado de Situación PYME en Costa Rica 2021* (No. DIGEPYME-INF-038-2021).
- Monge-González, R., y Torres-Carballo, F. (2015). The Dynamics of Entrepreneurship in Costa Rica: An Analysis of Firm Entry, Exit, and Growth Rates. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0006994>
- OpenAI. (2024). ChatGPT (Versión 4o) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>
- Peck, F., Jackson, K., y Mulvey, G. (2017). Regulation and growth-oriented small businesses in North-West England Signed in. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 33(2), 130-148. <https://doi.org/10.1108/JSBED-07-2017-0232>
- Rivera, L. (2010). *Desempeño de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Exportadoras en Costa Rica*. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/342>
- Rivera, L. (2011). *Desempeño de las Mipymes exportadoras: Evolución, oportunidades y desafíos*. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/327>
- Rivera, L. (2022, diciembre). *Fortaleciendo el Ecosistema Emprendedor de Costa Rica. Políticas de Desarrollo Productivo y Gestión Avanzada para los nuevos emprendimientos y las MIPYMES*. Academia de Centroamérica.
- Wasserman, S., y Faust, K. (2009). *Social network analysis: Methods and applications* (18. print). Cambridge Univ. Press.
- World Bank Group. (2020). *Economy Profile Costa Rica (Doing Business 2020)*. World Bank Group. <https://archive.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/country/c/costa-rica/CRI.pdf>
- Zakimi, N., Bouchard, M., Ritter, A., y Greer, A. (2024). Working in a relational way is everything: Perceptions of power and value in a drug policy-making network. *Health Research Policy & Systems*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12961-024-01225-4>
- Zhang, L., Guo, X., Lei, Z., y Lim, M. K. (2019). Social Network Analysis of Sustainable Human Resource Management from the Employee Training's Perspective. *Sustainability*, 11(2), 380. <https://doi.org/10.3390/su11020380>
- Zhang, X., Goel, R. K., Jiang, J., y Capasso, S. (2023). Do deep regional trade agreements strengthen anti-corruption? A social network analysis. *World Economy*, 46(8), 2478-2513. <https://doi.org/10.1111/twec.13399>



# SPIN-OFF ACADÉMICOS COMO PARTE DE LA GESTIÓN ESTRATÉGICA UNIVERSITARIA: UN ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO Y BREVE ANÁLISIS DE CONTENIDO

Recibido: 17 octubre, 2024 • Revisado: 02 diciembre, 2024 • Aceptado: 19 diciembre, 2024

Karla Yanitzia Artavia Díaz  
y Carlos Alberto Segura Villarreal

## RESUMEN

Las universidades emplean diversos modelos de gestión para obtener una ventaja competitiva y gestionar estratégicamente los recursos, en donde puedan agregar la innovación a su quehacer. Por ello, se indagó sobre cómo las universidades están implementado el *Spin-off* como parte de la gestión estratégica universitaria, para ello se realizó un análisis de contenido utilizando el *software R Studio* en conjunto con el paquete de datos de *Bibliometrix*. Los hallazgos evidencian que las políticas universitarias deben considerar el capital psicológico, la motivación, incentivos, y la implementación de tecnologías efectivas para el accionar de la persona emprendedora universitarias, además, se deben enfocar en la autonomía estratégica y la transferencia de conocimiento, en donde se complementen las teorías de emprendimiento y de conocimiento aplicadas al *Spin-off*.

**Palabras clave:** Universidad, Academia, *Spin-Off*, Administración, Análisis de contenido, Análisis bibliométrico, *Bibliometrix*.

## ABSTRACT

Universities use various management models to obtain a competitive advantage and strategically manage resources, where they can add innovation to their work. For this reason, we investigated how universities are implementing the Spin-off as part of university strategic management; for this, a content analysis was carried out using the R Studio software in conjunction with the Bibliometrix data package. The findings show that university policies must consider psychological capital, motivation, incentives, and the implementation of effective technologies for the actions of the university entrepreneur; in addition, they must focus on strategic autonomy and knowledge transfer, where the theories of entrepreneurship and knowledge applied to Spin-off are complemented.

**Keywords:** University, Academy, Spin-Off, Administration, Content Analysis, Bibliometric Analysis, *Bibliometrix*.

Karla Yanitzia Artavia-Díaz es Máster en Administración de Negocios, Licenciada en Docencia, Investigadora de OMIPYME y el PROFED, Gestora de proyectos, Docente, Mentora, Directora y lectora de trabajos finales de graduación de la UNED. Actualmente, es doctorando del Doctorado de Dirección de Empresas del TEC, CR.

Carlos Segura Villarreal es Ingeniero Industrial. Magíster en Gerencia y Negociaciones Internacionales. Actualmente es doctorando en dirección de empresas. Docente universitario en las carreras de Ingeniería Industrial y Administración de Negocios. Investigador asociado de LEAD University.

## INTRODUCCIÓN

La globalización y el ambiente altamente competitivo actual han hecho que las organizaciones se enfrenten a retos emergentes y modificaciones abruptas dentro de sus estructuras, lo cual ha incidido de una u otra forma en sus procesos y en la interacción con el entorno (Alazab *et al.*, 2021; Orozco, 2014; Rawashdeh *et al.*, 2024; Segura Villarreal, 2022).

Por estos cambios, las empresas han ajustado sus dinámicas internas para tomar decisiones de forma ágil y asertiva. Por lo tanto, muchas instituciones se han enfocado en trabajar a partir de una planificación estratégica para enfrentar estos retos. La implementación de estas estrategias permite a la estructura empresarial tener mayores niveles de dinamismo y ajustarse a las constantes afectaciones, adaptándose a los desafíos y oportunidades del mercado (Rawashdeh *et al.*, 2024; Yaseen *et al.*, 2023, Segura, 2021).

Una gestión estratégica abre paso a una serie de cualidades esenciales y necesarias que facilitan la evolución del mercado y proporcionan una ventaja diferenciada a la empresa (Rawashdeh *et al.*, 2024). En el caso de las universidades, la toma de decisiones y la capacidad de dar respuesta de forma eficiente y eficaz se torna un poco más difícil debido a su estructura interna (Rawashdeh *et al.*, 2024). Esto impide que puedan responder rápidamente a los retos actuales, limitando su evolución y crecimiento en el mercado.

Este planteamiento administrativo restringe acciones como la adquisición de recursos y la generación de conocimiento. Ante esta problemática de las universidades públicas, es necesario indagar en un modelo que permita tomar decisiones de forma ágil e inteligente y que pueda generar alianzas estratégicas y recursos a partir de la generación de conocimiento (Martínez *et al.*, 2007; Segura Villarreal, 2024).

De acuerdo con Martínez *et al.* (2007), el *Spin-off* favorece el crecimiento externo de la empresa principal a partir de actividades y productos, además de permitir la implementación de la innovación y la organización de redes. Dicho modelo se ajusta al ADN universitario, dado que sus bases se enfocan en la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), permitiendo que cada investigador universitario pueda convertirse en un emprendedor académico.

## Objetivo y pregunta de investigación

El objetivo de este estudio es indagar sobre el desarrollo de investigaciones en el tema de *Spin-off* desarrollados en las universidades como parte de la gestión estratégica universitaria en los últimos seis años, a partir de un análisis de la literatura científica mediante una revisión bibliométrica. Dado a ello, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo se implementa el *Spin-off* en la gestión estratégica universitaria?

A partir de esta pregunta, se delimita este estudio a buscar información sobre *Spin-off*, emprendimiento y administración, enfocadas en universidades o academias, para indagar más sobre el modelo y su relación con las instituciones educativas. Los resultados obtenidos de la base de datos se interpretarán mediante un análisis bibliométrico, el cual permite cuantificar el proceso de comunicación escrita (Gokhale *et al.*, 2020; Morales, 2020). Con este estudio, se busca tener una visión más amplia respecto a cómo el *Spin-off* puede facilitar la administración estratégica en las instituciones de educación superior.

## METODOLOGÍA

En lo que respecta a esta investigación no experimental de diseño transversal, Hernández *et al.* (2014), mencionan que los “diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único” (p. 154), en este caso, hace referencia a esta investigación, para la cual los datos fueron recopilados puntualmente.

Esta investigación cuantitativa de alcance descriptivo se basó en una revisión sistemática de la literatura (SRL), donde se empleó un análisis bibliométrico. Este tipo de análisis permite un proceso metódico de los datos recolectados, posibilitando analizar la información según una serie de categorías (Mohammed *et al.*, 2015). Dicho análisis consta de la estrategia para la identificación y selección de la literatura y el método de análisis (Leonidou *et al.*, 2010).

La información, es recopilada mediante la aplicación de la cienciometría o bibliometría, más específicamente por medio de la herramienta bibliometrix (Aria y Cuccurullo, 2017), la cual es de utilidad para profesionales sin conocimiento en programación.

Con relación a estos últimos términos, se puede decir que la cienciometría o bibliometría, son

herramientas cuantitativas que permiten obtener datos relevantes con respecto a la producción, difusión, y uso de la información científica previamente registrada. Esto, con el fin primordial de establecer, descifrar, soportar o justificar los procesos desarrollados en el ámbito de las ciencias. Lo anterior permitirá establecer una idea del estado actual del arte con respecto a temáticas específicas y de interés para el investigador. No obstante lo anterior, su aplicación en la investigación empresarial es relativamente nueva y, en muchos casos, poco desarrollada. (Hess, 1997; Leydesdorff y Milojevic, 2015; Vanti, 2000; Macías-Chapula, 1998; Tague-Sutckiffe, 1992; Díaz Ramos y Angüis Fúster, 2023; Spiniak, 1996; Donthu *et al.*, 2021).

### Estrategia de investigación

La selección de los documentos se realizó mediante una serie de criterios. El primero de ellos fue el tema central de investigación, siendo este “*university or academy*”. En segundo lugar, se enfocó en todos los documentos publicados entre 2016 y 2024, y, en tercer lugar, que estuvieran escritos en inglés o español. Cabe mencionar que se incluyeron artículos, libros y capítulos de libros.

La búsqueda de los documentos se realizó de forma electrónica en la base de datos *Web of Science (WoS)*, una herramienta de *Clarivate Analytics* que garantiza la calidad científica de las publicaciones. Se emplearon palabras clave como “*Spin-off*”, “*entrepreneurship*” y “*management*”. El primer resultado arrojó 105 artículos, a los cuales se aplicó el criterio de exclusión de las categorías de “*management*” y “*business*”, esto con el propósito de indagar sobre cómo estas dos áreas se han desarrollado en esta temática, y así tener una visión de la gestión estratégica, a partir de ese criterio de exclusión se obtuvieron 54 documentos.

A partir de este número se realizó un análisis bibliométrico, compuesto de artículos, de los cuales el 98% de los documentos estaban escritos en inglés y el 2% en español.

Como se mencionó, para el análisis bibliográfico se utilizó *RStudio* como software estadístico (como consola de comandos) y *Bibliometrix* (Aria y Cuccurullo, 2017), ya que, este permite identificar datos relevantes que se desprenden de los indicadores de las bases de datos, al mismo tiempo, brinda un detalle de los metadatos y genera resultados para efectuar un análisis descriptivo. Este análisis incluye la generación de redes

de análisis de acoplamiento bibliográfico, extrayendo características del documento como el año de publicación, mapa de palabras, autores y documentos más citados, para luego visualizar los datos de forma gráfica (Aria y Cuccurullo, 2017).

**TABLA 1. DOCUMENTOS OBTENIDOS DE BÚSQUEDAS EN LA BASE DE DATOS DE WEB OF SCIENCE**

Base de datos	Cadena de búsqueda	Resultados
WoS	“ <i>university</i> ” or “ <i>academy</i> ” (Topic) AND “ <i>spin-off</i> ” (All Fields) AND “ <i>entrepreneurship</i> ” (All Fields) AND “ <i>management</i> (All Fields) and 2016 or 2017 or 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 or 2023 or 2024 (Publication Years) and Management or Business (Web of Science Categories) and Article (Document Types) and Article (Document Types) and 2024 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 (Publication Years).	15

Fuente propia, (2024).

Después de realizar el análisis, se leyeron a profundidad los documentos y se analizaron los resúmenes y palabras clave, aplicando criterios de inclusión (Vera-Rivera *et al.*, 2019). Se seleccionaron aquellos artículos que contaron con micro tópicos relacionados con la gestión del conocimiento, emprendimiento académico e internacionalización. Además, se consideró que las revistas en las que se publicaron los artículos estuvieran en el cuartil Q1 o Q2 (de acuerdo con los índices de calidad de SJR). A partir de estos criterios, quedaron 15 artículos, de los cuales el 86,67% tienen una naturaleza empírica y el 13,34% son de naturaleza conceptual (Ver Tabla 1).

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis bibliométrico mediante *Bibliometrix* (Aria y Cuccurullo, 2017), en donde se abordan las palabras claves, los autores y las redes de colaboración.

#### Descripción del análisis bibliométrico

En un análisis de contenido de los datos, hay que resaltar que, en seis años, se publicaron 50 artículos, donde la tasa anual de crecimiento en la publicación ha bajado (-1,16%).

Estos artículos se han publicado en 25 revistas, siendo en su mayoría revistas científicas. Las palabras

clave de los artículos se repiten aproximadamente 229 veces, alrededor de 4,58 veces en cada artículo estudiado en esta investigación.

En relación con la co-autoría, se observa que en promedio hay un 3,65% de coautores por artículo. A esto se le une que el 37,04% de los documentos se redactaron en coautoría internacional (Ver Tabla 2).

TABLA 2. INFORMACIÓN PRINCIPAL	
Descripción	Resultados
<i>Información principal sobre datos</i>	
Espacio de tiempo	2018:2024
Fuentes (revistas, libros, etc.)	25
Documentos	54
Tasa anual de crecimiento %	-14,16
Edad promedio del documento	3,22
Citas promedio por documento	16,15
Referencias	3670
<i>Contenido del documento</i>	
Palabras clave más (ID)	229
Palabras clave del autor (DE)	225
<i>Autores</i>	
Autores	168
Autores de documentos de un solo autor	2
<i>Colaboración de autores</i>	
Documentos de un solo autor	2
Coautores por documento	3,65
% De coautorías internacionales	37,04
<i>Tipos de documentos</i>	
Artículo	52
Artículo; acceso temprano	2
Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix (Aria y Coccurullo, 2017).	

En la producción científica, a partir del 2023 se ve un descenso del 30% en comparación con el 2022. En la Figura 1 se representa la regresión lineal, en donde el coeficiente de determinación es de 11,84% (Schimidt *et al.*, 2018), indicando que las publicaciones relacionadas con la temática estudiada han venido decayendo (Figura 1).

En relación con la serie de revistas científicas relevantes del estudio sobre el tema de la Universidad y *Spin-off*, el promedio de publicación es del 18% de los artículos analizados, siendo la revista de *Journal of Technology Transfer* la más destacada con un total de nueve artículos publicados. En la Tabla 3 se exponen

las revistas con mayor relevancia en publicaciones en el tema investigado.

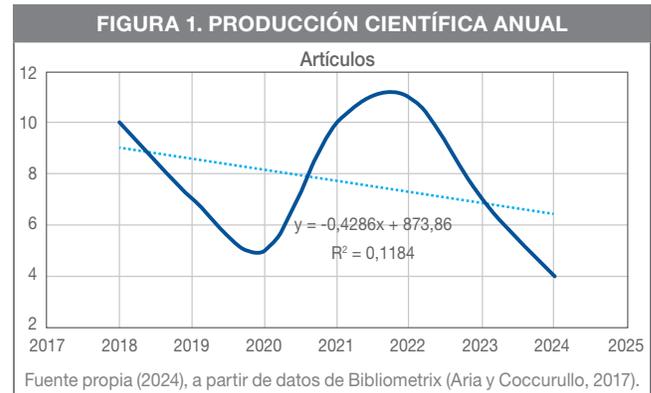


TABLA 3. REVISTAS CON MÁS PUBLICACIONES NIVEL DE IMPACTO DE ÍNDICE H		
Fuentes	Artículos	Índice H
Journal of Technology Transfer	9	8
International Entrepreneurship and Management Journal	7	5
International Journal of Technology Management	5	2
Technovation	5	4
IEEE Transactions on Engineering Management	3	2
European Journal of Innovation Management	2	2
International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research	2	2
Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix (Aria y Coccurullo, 2017).		

Se identifican los 10 autores que más han publicado de los 168 que se encuentran en la totalidad del estudio, en el caso de Cai, J., Munir, H., Rasmussen, E. y Wang, M. se destacan con la publicación de tres artículos cada uno, mientras el restante 60% de los autores de la Figura 2 han publicado dos artículos. Entre los autores más citados están Rasmussen Einar, que ha abordado temas como el emprendimiento académico y comercialización, y Thomas Claus, que investiga Modelos de Negocios Innovadores y alianzas gubernamentales (Anexo 1).

Estos autores conforman una red de colaboración, y entre los que tienen mayor producción se encuentran Cai J, Munir H, Rasmussen E y Wang M, con un H-index de 3 (Figura 3). A partir de esto, se puede observar cómo tanto Cai J como Rasmussen E son los autores más citados, con mayor producción científica y mayor influencia.

FIGURA 2. AUTORES CON MÁS PUBLICACIONES

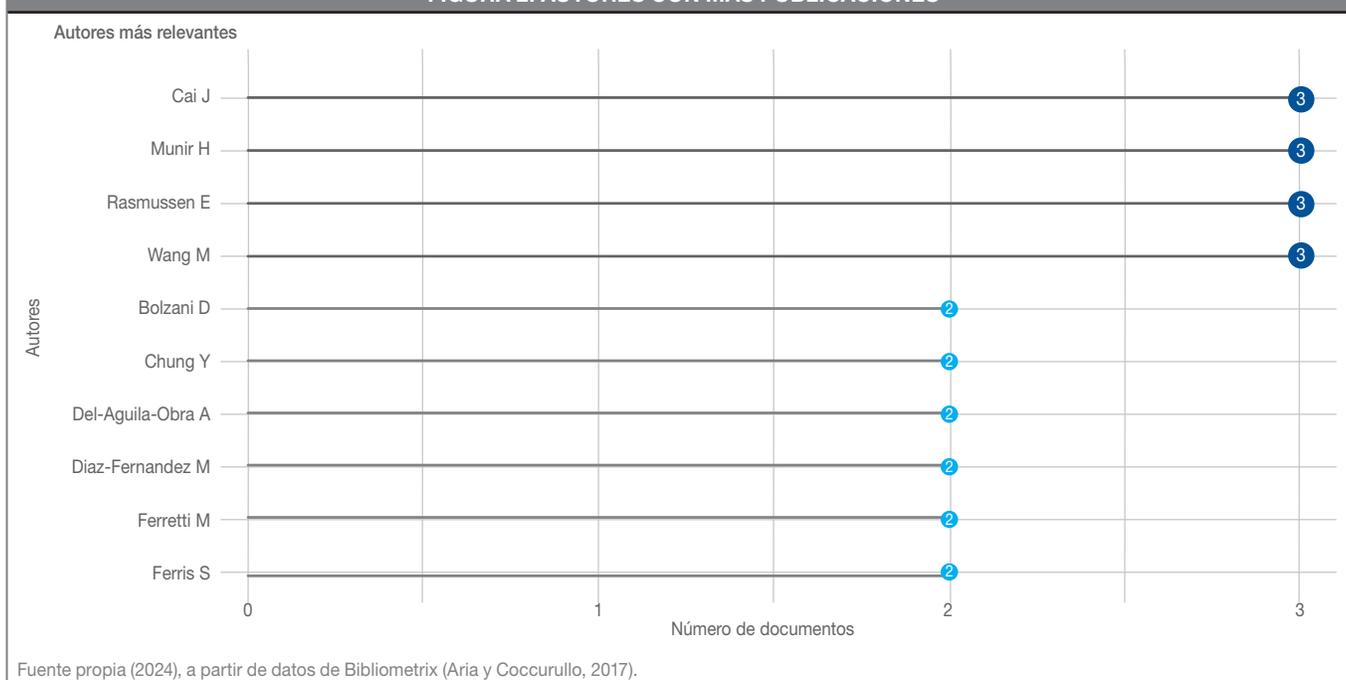
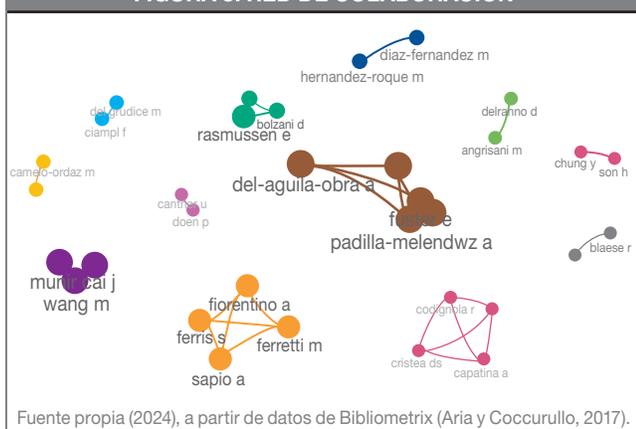


FIGURA 3. RED DE COLABORACIÓN



Cabe mencionar que dentro de la red de colaboración se identificó 12 clústeres siendo los más fuertes el integrado por Fuster E y el de Ferri S. Por otra parte, las instituciones educativas con más afiliaciones y artículos publicados (Anexo 2); son la Universidad de Nápoles Federico II (n=8), la Universidad Bologna (n=7), la Universidad de Malaga (n=6), la Universidad Napoli Parthenope (n=6), y la Universidad Politécnica de Valencia (n=6).

Entre los análisis realizados en la investigación se encuentra el desarrollo geográfico de las publicaciones. De acuerdo con los diez primeros resultados, se

evidencia que el 70% de los países se encuentran en Europa, con un 20% Asia y el 10% en América (Anexo 3). Existen redes de investigación entre los países, evidenciando colaboraciones como Italia-Noruega, Italia-Inglaterra, España-Inglaterra e Italia-Inglaterra; siendo Italia e Inglaterra los países con mayor participación en redes colaborativas. Italia es el país con mayor citación, con 293 y Portugal es el país que tiene mayor promedio de artículos, con 31% (Anexo 4).

Por otra parte, el artículo más citado a nivel global con 60 citas es el de Fuster *et al.* (2019), publicado en la revista *Technological Forecasting and Social Change*, seguido por el artículo de Feola *et al.* (2019), con 59 citas y publicado en el *Journal of Small Business Management* (Anexo 5). Con base a los datos obtenidos sobre las palabras claves (n=229) y las palabras por autor (n=225), cabe resaltar que en ambos grupos se mencionan las palabras *entrepreneurship*, *tecnology-transfer* y *university*. Según la figura 4 la palabra clave con mayor frecuencia es performance (n=27).

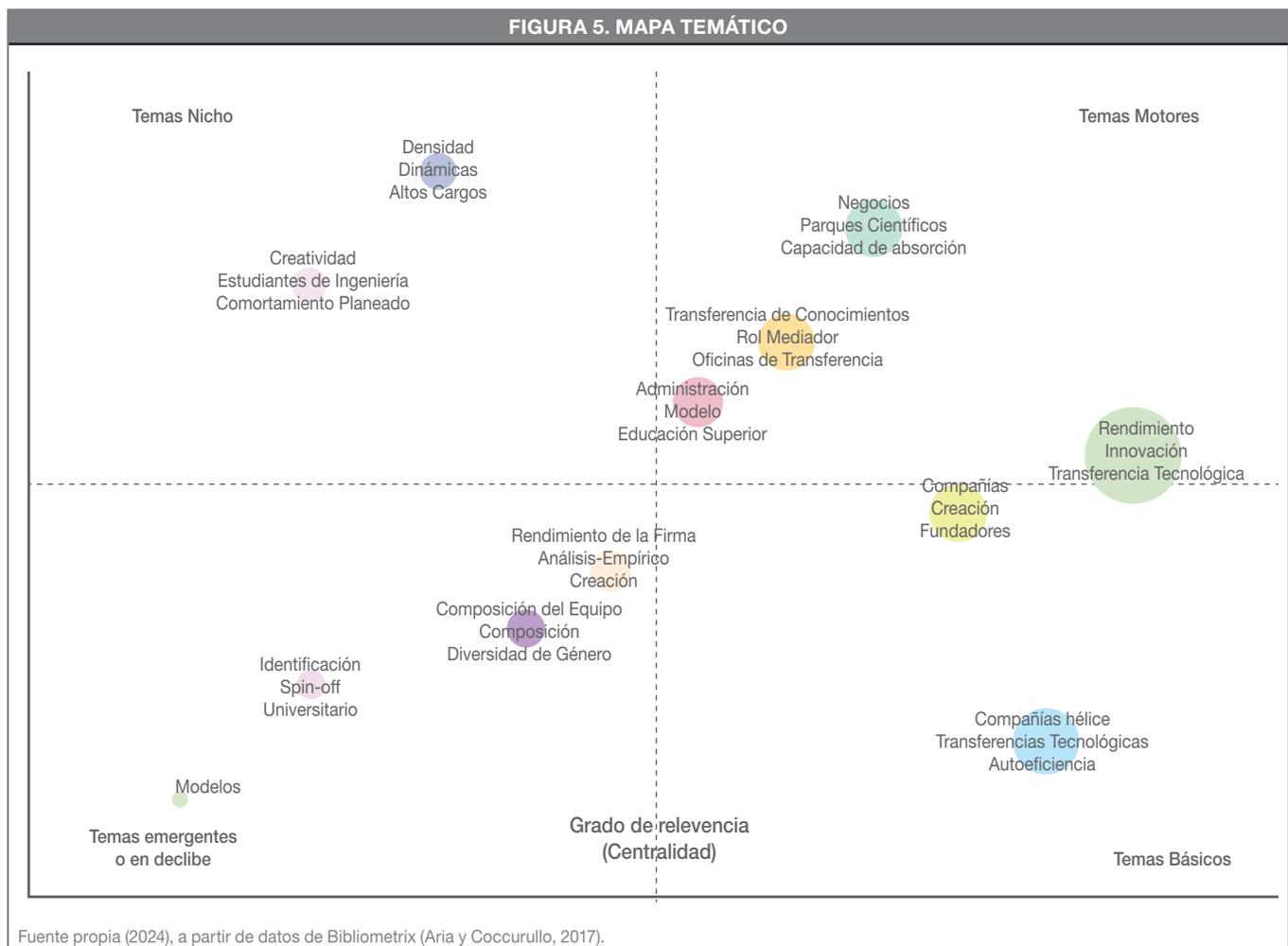
En el análisis del Mapa de Estructura Conceptual (MCA); se observa que en el cuadrante superior derecho los estudios se centran en parques científicos, la capacidad de absorción, la innovación, el rendimiento, mediación de transferencia de conocimiento en el modelo educativo y la administración. En el cuadrante

superior derecho se menciona las temáticas de nicho como son los niveles superiores de la dinámica y la diversidad, y el comportamiento y la creatividad.



El cuadrante inferior izquierdo aborda el análisis empírico del rendimiento, creación y composición de equipo (diversidad de género), además de modelos emergentes, temas de declive y el *spin-off* universitario. Finalmente, el cuadrante inferior derecho identifica términos relacionados con la transferencia de tecnología, empresas, triple hélice, auto eficiencia (Ver Figura 5).

En relación con la red temática, predomina un clúster integrado por los siguientes temas *performance*, *innovation* y *technology-transfer*. En cuanto al factor de análisis, se demuestra que la relación total incluye 20 palabras clave, distribuidas en dos ramas. Estas palabras se vinculan con la investigación en un orden jerárquico, asignando peso a cada elemento según la relación en el campo de estudio (Anexo 6).



## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue el indagar sobre la implementación del modelo de *Spin-off* en la gestión estratégica universitaria y cuáles han sido las investigaciones que se han desarrollado en los últimos seis años. El tema de *Spin-off* se ha venido dando desde el siglo XXI (Acevedo-Whitford, 2013; Etzkowitz, 1983; 2004), pero a partir de los años 2000 comenzó a tener un repunte a nivel mundial, ya que las iniciativas desarrolladas mediante *Spin-off* comenzaron a visualizarse más en países europeos y norteamericanos, facilitando la transferencia de conocimiento (Agüero *et al.*, 2012).

Las instituciones educativas se asociaron con diferentes sectores del mercado, privados y públicos, y a la vez incursionaron en nuevos nichos de investigación, como el industrial. Esta dinámica permite a las universidades financiar las necesidades económicas derivadas de la inversión pública (Acevedo-Whitford, 2013; Morales, 2020).

En relación con los datos obtenidos, se puede observar que el 86,67% de los estudios realizados en los últimos seis años se han llevado a cabo en países europeos, siendo esto una tendencia que se ha mantenido desde los años 2000 (Ver Anexo 7).

También se han identificado redes colaborativas, como la conformada por Italia e Inglaterra; y que se refleja en el estudio desarrollado por Bolzani, Munari, Rasmussen y Toschi en el 2020, que involucra a 28 países enfocados en iniciativas de Educación Empresarial en Ciencia y Tecnología (STEE). Este aporte se respalda con los datos del análisis de contenido que revelan que el 100% de las investigaciones se llevaron a cabo en el sector terciario, especialmente en servicios relacionados con la educación y la transferencia de tecnología (OTT) y de conocimiento (Ver Anexo 7).

Es importante destacar que el 86,66% de los estudios tienen una naturaleza empírica, siendo el 60% de ellos de diseño cuantitativo. El diseño más común fue el de encuestas en línea aplicadas a una muestra considerable, a partir de un instrumento aplicado en línea (Corsino *et al.*, 2019), mientras que la menor muestra se aplicó a 23 universidades de ocho países europeos en el estudio de Veltri *et al.* (2022). Del total de diseños cuantitativos, el 44,44% empleó la técnica de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM), seguida por el Método de Mínimos Cuadrados con un 22,22% (Ver Anexo 8).

Por otro lado, el 33,37% de los artículos analizados utilizaron diseños cualitativos, con tamaños de muestra que variaron desde cuatro instituciones educativas hasta 22 encuestados de *University Spin-Off* (USO). El 60% de estos estudios se centraron en entrevistas a profundidad (Ver Anexo 8).

Además, se observa la construcción de modelos de *Spin-off* y la aplicación de teorías en los estudios revisados en el análisis de contenido. Las teorías más recurrentes fueron la del conocimiento, presente en el 26,6% de los artículos, a menudo vinculada con la comercialización del conocimiento (20%), seguida por la teoría de redes (13,33%). La teoría del emprendimiento también fue destacada, presente en un 20% de los documentos (Ver Anexo 8).

Aunque se mencionan diversas teorías en los artículos, es relevante destacar la *Imprinting Theory* y la Teoría de las Capacidades Dinámicas, ambas centradas en la administración y complementadas con teorías de comportamiento y la Teoría Social Cognitiva (Ver Anexo 7). La *Imprinting Theory* aborda el comportamiento organizacional desde la percepción del actor principal en su entorno (Stinchcombe, 1965), mientras que la Teoría de las Capacidades Dinámicas se enfoca en la gestión estratégica, los procesos corporativos y la toma de decisiones para lograr ventajas competitivas (Sanchez *et al.*, 2022; Teece, 2020), incluyendo la agilidad estratégica para enfrentar desafíos con adaptación ágil (Ver Anexo 8).

Otros elementos importantes para destacar en los principales hallazgos es el análisis de contenido, donde se destaca que el ecosistema emprendedor se fortalece mediante alianzas estratégicas que atraen talento. Además, el modelo de *Spin-off* identifica oportunidades que potencian el crecimiento, requiriendo liderazgo directivo que facilite la transferencia de conocimiento y tecnología al mercado (Fustera *et al.*, 2019; Thomasa *et al.*, 2020; Veltri *et al.*, 2022).

Las políticas deben considerar el capital psicológico, motivando e incentivando a los emprendedores universitarios y la transferencia de tecnología. Las reformas institucionales deben promover la autonomía estratégica y la transferencia efectiva, adaptando políticas y modelos educativos con un enfoque estratégico para fomentar nuevas actividades y productos (Blaese *et al.*, 2021; Bolzani *et al.*, 2021; Corsino *et al.*, 2019;

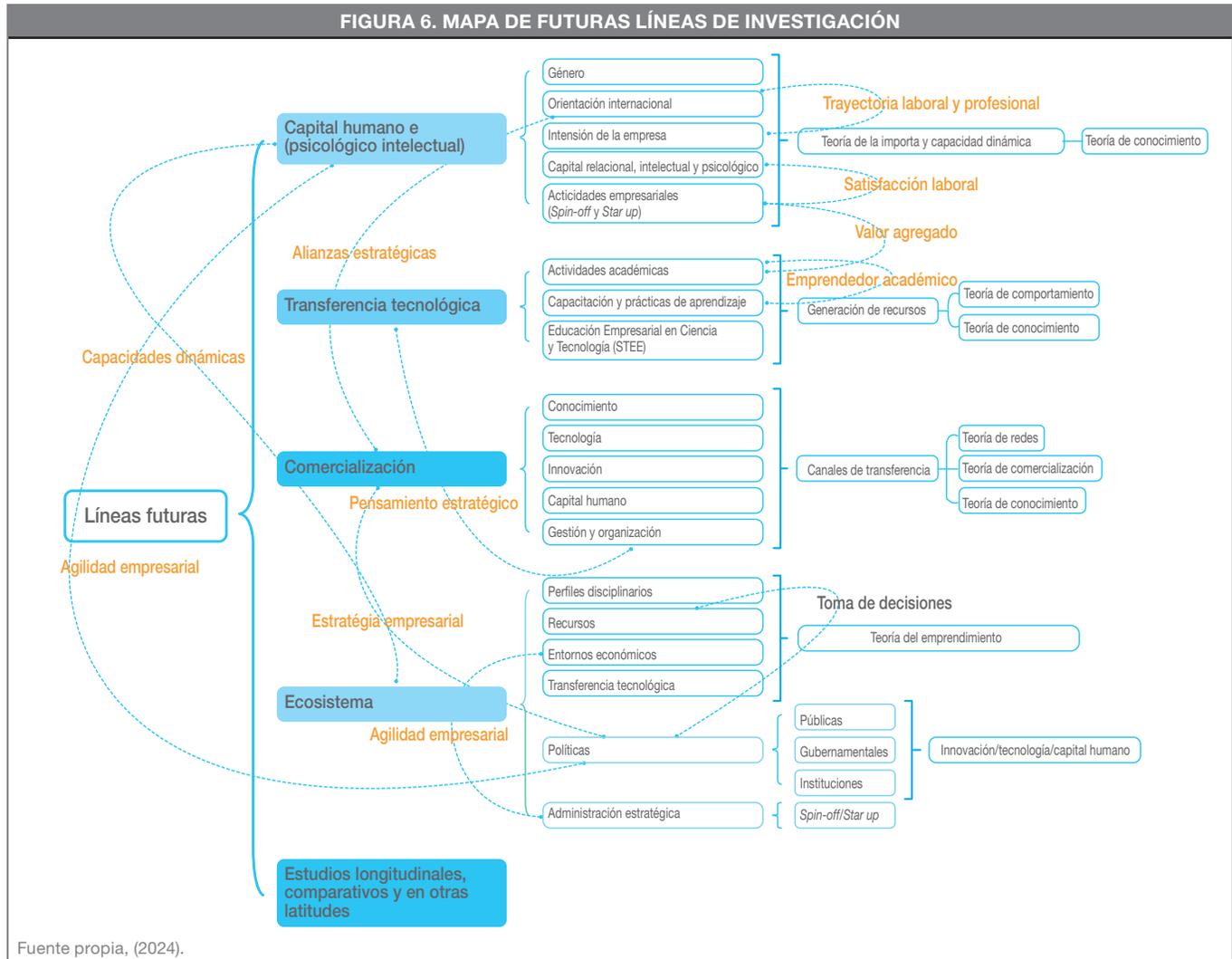
Fini *et al.*, 2019; Messina *et al.*, 2022; Radko *et al.*, 2023; Scuotto *et al.*, 2020; Villanueva *et al.*, 2022).

Los autores también mencionan que la internacionalización beneficia el capital humano, psicológico e intelectual del emprendedor académico, desarrollando identidades científicas y empresariales que promueven la comercialización del conocimiento derivado de la investigación universitaria (Cantner *et al.*, 2023; Fernández-Alles *et al.*, 2022; Good *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2021).

En cuanto a futuras líneas de investigación, se derivan cuatro grandes temas: Capital Humano, Transferencia Tecnológica (OTT), Comercialización y Ecosistemas. Cada tema se asocia con diversas teorías. Es importante destacar que en el diseño de la investigación se recomienda realizar estudios longitudinales

y comparativos, replicando los estudios en diferentes regiones del planeta.

Los investigadores podrían explorar cómo el capital humano se relaciona con variables como el género, la orientación internacional, las intenciones empresariales y las actividades emprendedoras. Además, podrían estudiar cómo las actividades académicas generan recursos y su relación con la transferencia tecnológica. También, sería relevante investigar cómo la comercialización se vincula con el conocimiento, la tecnología, la innovación, el capital humano y cómo la gestión estratégica influye en este proceso. Finalmente, cómo el ecosistema universitario interactúa con los recursos, el entorno económico y las políticas, y cómo la gestión estratégica puede facilitar una transferencia tecnológica efectiva (Ver Figura 6).



## CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del análisis bibliométrico se desprenden las siguientes conclusiones:

Uno de los mayores vacíos es la falta de políticas institucionales y gubernamentales en el desarrollo de *Academy Spin-Off* (ASO), dado que estas no contemplan elementos como los incentivos y las regulaciones del desarrollo de los productos o servicios que se desprenden de la implementación del *Spin-off*.

Por otra parte, la implementación del modelo de *Spin-off* ha permitido la transferencia de conocimiento, pero no se cuentan con programas desarrollados para fomentar el capital psicológico, y la creación de iniciativas bajo el modelo, dado que causa incertidumbre en el personal asignado para el desarrollo de proyecto.

La construcción de redes colaborativas ayuda con la implementación del modelo, y este a su vez a que las universidades sean más estratégicas, y al mismo tiempo, pueden desarrollar actividades que les permitan generar una serie de recursos tecnológicos, económicos, y de capital humano, entre otros., fomentando la

vinculación con el sector privado dando la facilidad de generar alianzas estratégicas que le permita tener un mayor posicionamiento en el mercado, valor agregado e innovación, además, de un mayor aprovechamiento de los recursos con los que cuenta cada una de las entidades con las que se crean las alianzas.

Se deben desarrollar investigaciones que contemplen las políticas públicas, incentivos y capital humano de las universidades que implementen el modelo de *Spin-off*, además, se debe indagar sobre la gestión del conocimiento para abordar desde las universidades el fortalecimiento de los procesos de capacitación y formación de las personas emprendedoras académicas.

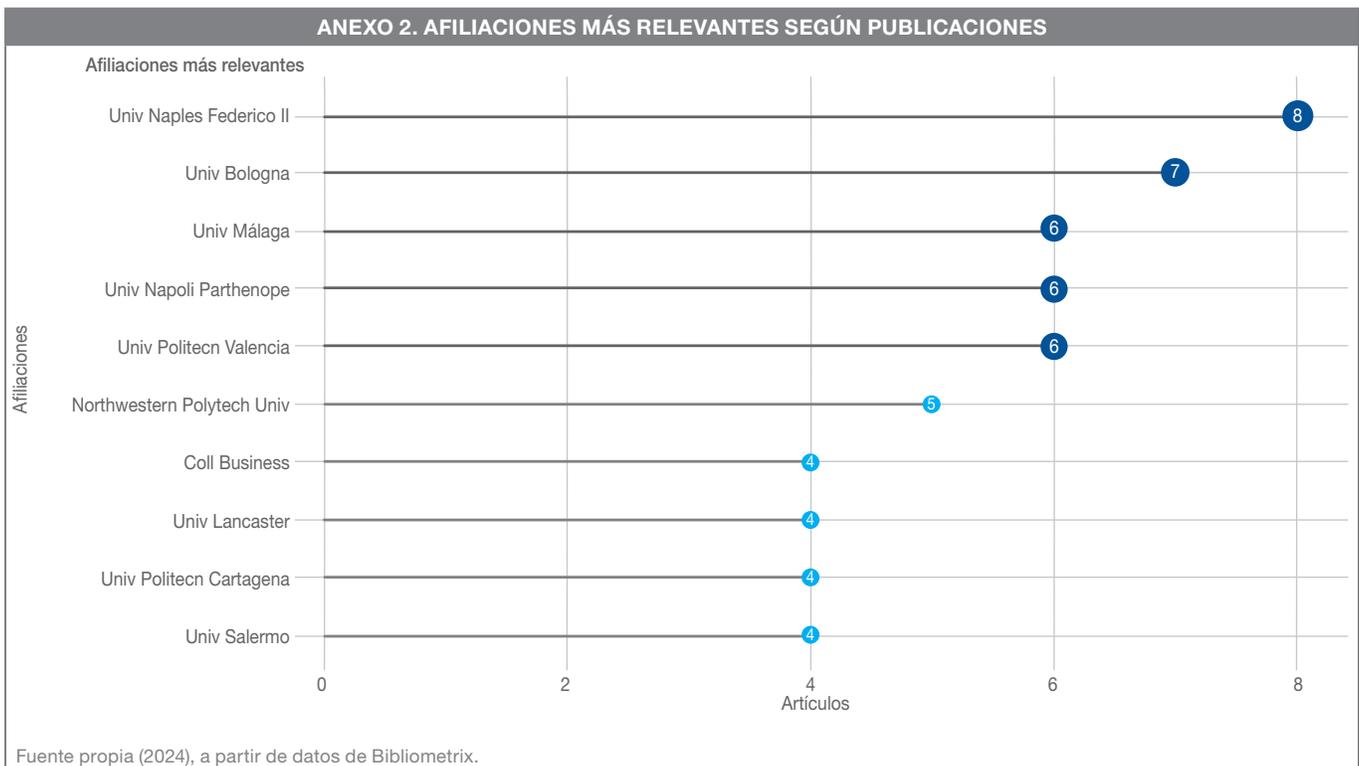
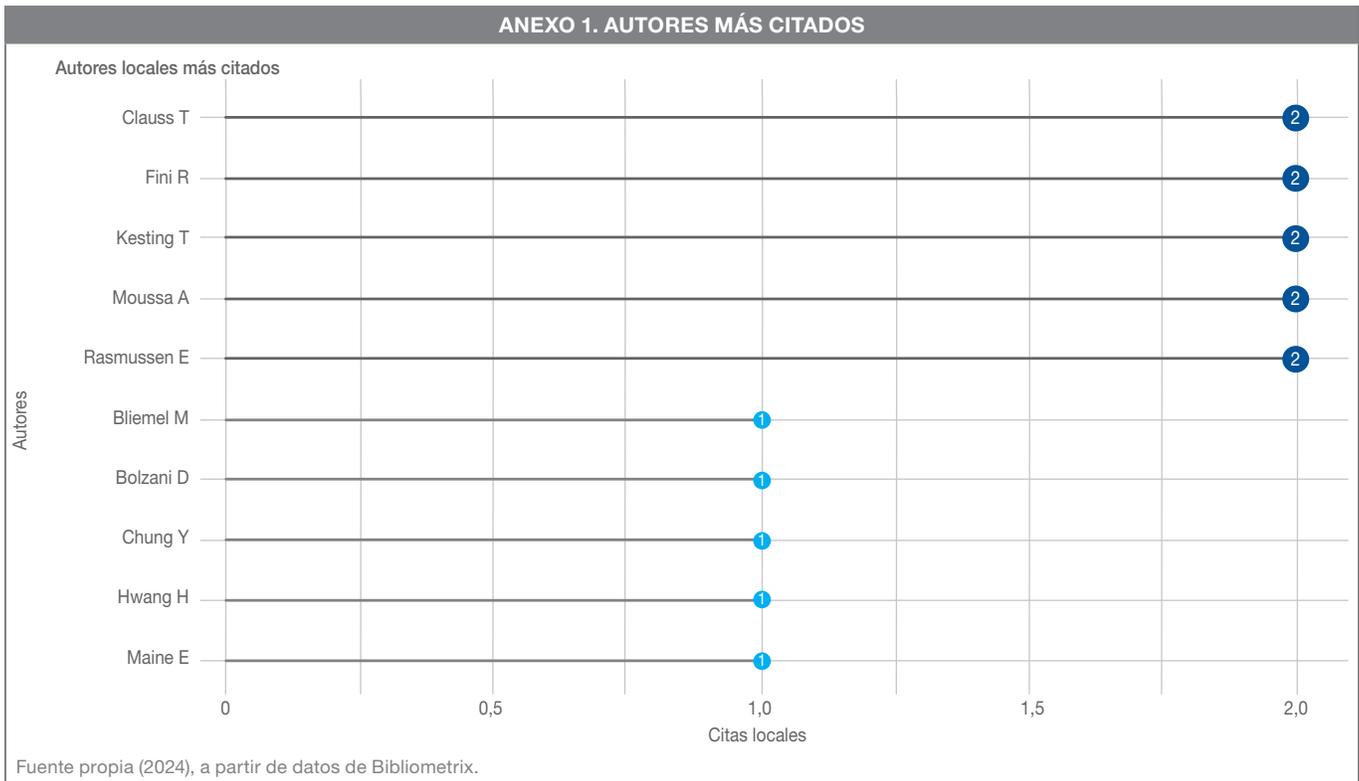
De igual manera, investigaciones de diseño cualitativo e implementación de un método como los estudios de casos, se pueden aplicar en diversas instituciones educativas o a un determinado nivel en una universidad específica. Estos estudios se podrían plantear longitudinalmente, para ver cómo se gestiona y comercializa el conocimiento en el mercado con el paso del tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

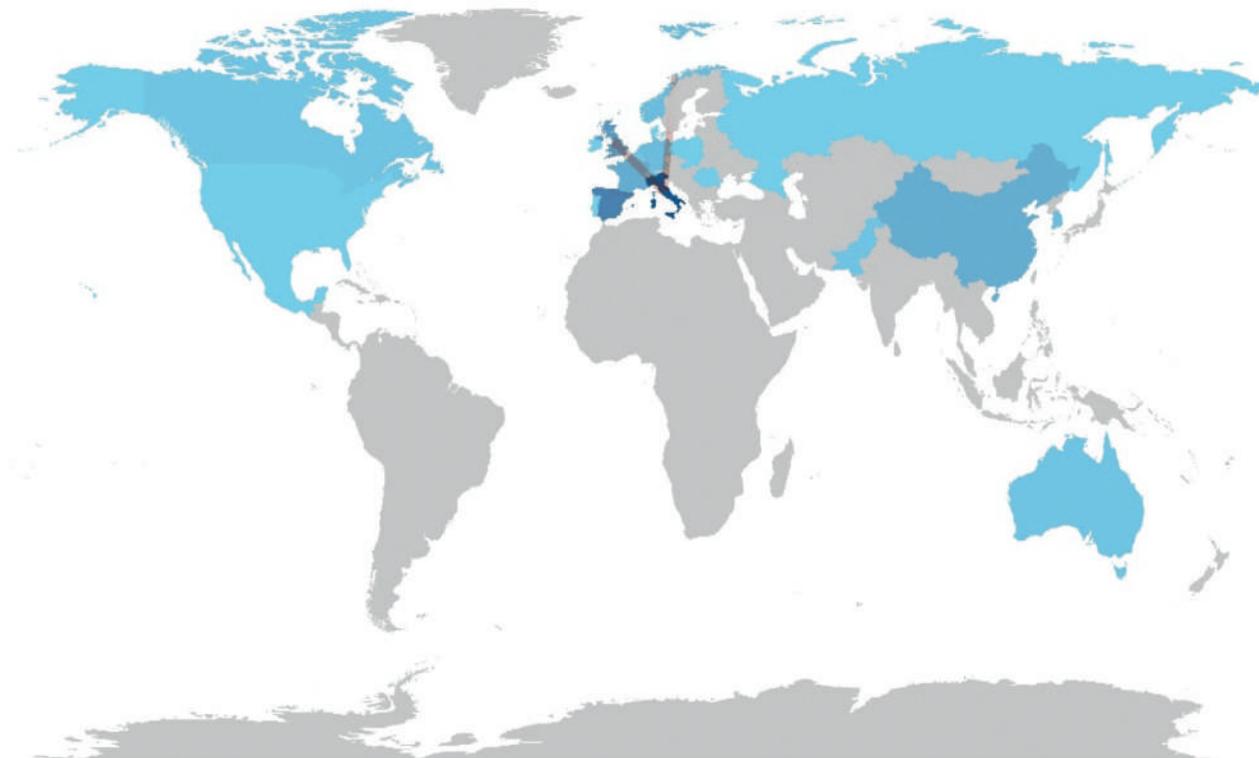
- Aguero, M. M.; Peñalvera, A. J. B.; y De Lema, D. G. P. (2012). Características de las Spin-Off académicas en Costa Rica: un estudio empírico. *Revista Nacional de Administración*, 3(1), 37-54.
- Acevedo Whitford, O. R. (2013). *Transferencia tecnológica y creación de SPIN OFFS desde el entorno universitario en Costa Rica- Motivaciones de los investigadores universitarios costarricenses como potenciales creadores de Spin Offs*.
- Aria, M., y Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Alazab, M.; Alhyari, S.; Awajan, A.; y Abdallah, AB. (2021). Tecnología Blockchain en la gestión de la cadena de suministro: un estudio empírico de los factores que afectan la adopción/aceptación del usuario. *Clúster. Computadora*, 24, 83-101.
- Blaese, R., Noemi, S., y Brigitte, L. (2021). Should I Stay, or Should I Go? Job satisfaction as a moderating factor between outcome expectations and entrepreneurial intention among academics. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 17(3), 1357-1386.
- Bolzani, D., Munari, F., Rasmussen, E., y Toschi, L. (2021). Technology transfer offices as providers of science and technology entrepreneurship education. *The Journal of Technology Transfer*, 46, 335-365.
- Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N. y Marc Lim W. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Díaz Ramos, A., y Angüis Fúster, Y. (2023). Incertidumbre política como variable de estudio en las ciencias económicas y administrativas: Un análisis bibliométrico. *Journal of technology management & innovation*, 18(1), 113-128. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242023000100113>
- Etzkowitz, H. (1983). Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science. *Minerva*, 21(2), 198-233.
- Etzkowitz, H. (2004). The evolution of the Entrepreneurial University". *International Journal of Technology and Globalization* 1 (1): 64-77.
- Fernández Alles, M., Hernández Roque, D., Villanueva Flores, M. y Díaz Fernández, M. (2022). The impact of human, social, and psychological capital on academic spin-off internationalization. *Journal of International Entrepreneurship*, 20(3), 433-473.
- Fuster, E., Padilla Meléndez, A., Lockett, N. y del-Águila-Obra, A. R. (2019). The emerging role of university spin-off companies in developing regional entrepreneurial university ecosystems: The case of Andalusia. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 219-231.
- Good, M., Knockaert, M., Soppe, B., y Wright, M. (2019). The technology transfer ecosystem in academia. *An organizational design perspective. Technovation*, 82, 35-50.
- Gokhale, A., Mulay, P., Pramod, D., & Kulkarni, R. (2020). A bibliometric analysis of digital image forensics. *Science & Technology Libraries*, 1, 18. <https://doi.org/10.1080/0194262x.2020.1714529>
- Hess D. (1997). *Science Studies: An Advanced Introduction*. New York University Press.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw- Hill.
- Leydesdorff L. y Milojevic S. (2015). Scientometrics. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 322-327. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.85030-8>
- Leonidou, L. C., Katsikeas, C. S. y Coudounaris, D. N. (2010). Five decades of business research into exporting: A bibliographic analysis. *Journal of International Management*, 16(1), 78-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intman.2009.06.001>
- Macías-Chapula C. (1998). O papel da infometria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2), 134-140. <https://www.scielo.br/j/ci/a/rz3RTKWZpCxVB865BQRvtmh/?format=pdf&lang=pt>
- Martínez, J. M. C., Murgui, F. P., y Blanco, F. P. (2007). El Spin-off como elemento emprendedor y dinamizador de la red empresarial. *TEC empresarial*, 1(4): 42.
- Mohammed, I., Guillet, B. D. y Law, R. (2015). The contributions of economics to hospitality literature: A content analysis of hospitality and tourism journals. *International Journal of Hospitality Management*, 44, 99-110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.10.010>
- Messina, L., Miller, K., y Hewitt-Dundas, N. (2020). USO imprinting and market entry timing: exploring the influence of university ecosystems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(4), 1712-1727.

- Morales Gualdrón, S.T. (2020). Una mirada a la evolución de la creación de spin-offs académicos en países iberoamericanos: los casos de España y Colombia. *Tec empresarial*, 14(2), 32-46.
- Orozco, Francisco A., et al. (2013). Modelando los Factores e Índices de Competitividad para Constructoras: Hallazgos en Chile. *Journal of Construction Engineering and Management* 140(4), [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000612](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000612)
- Rawashdeh, A., Abdallah, A. B., Alfawaeer, M., Al Dweiri, M. y Al-Jaghbeer, F. (2024). The Impact of Strategic Agility on Environmental Sustainability: The Mediating Role of Digital Transformation. *Sustainability*, 16(3), 1338.
- Stinchcombe, AL (1965). Estructura Social y Organizaciones. En marzo, JG (ed.). *Manual de Organizaciones*. (Vo.1 7). Rand McNally & Co.
- Spiniak E. (1996). *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Infometría*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243329>
- Scuotto, V., Del Giudice, M., Garcia-Perez, A., Orlando, B. y Ciampi, F. (2020). A spill over effect of entrepreneurial orientation on technological innovativeness: an outlook of universities and research based spin offs. *The Journal of Technology Transfer*, 45(6), 1634-1654.
- Segura, C. (2021). Military Strategy Innovation. Innovating with the support of the Modern Strategic Tool: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) +1. *Journal of the Americas*. 3(2), 184-193. [https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/JOTA/Journals/Volume%203%20Issue%202/04-Segura\\_eng.pdf](https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/JOTA/Journals/Volume%203%20Issue%202/04-Segura_eng.pdf)
- Segura Villarreal, C.A. (2022). El análisis PEST y su integración con las 5F de Porter como herramienta estratégica. *LOGOS*, 3(1): 180-195. [https://biblioteca.ulead.ac.cr/sites/default/files/Logos\\_2022\\_Vol3No1.pdf](https://biblioteca.ulead.ac.cr/sites/default/files/Logos_2022_Vol3No1.pdf)
- Sánchez, M. P. R., Paparella, L. E. S. y Rotundo, G. J. Z. (2022). Teoría de Capacidades Dinámicas: Aportes y Evolución a partir de los trabajos de David Teece. *Compendium*, 25(48).
- Segura Villarreal, C. (2024). El proceso para ser estratega. *LOGOS*, 5(2): 46-54. <https://dspace.ulead.ac.cr/server/api/core/bitstreams/0f664ad1-29da-463b-b511-5d4b9fa15cd7/content>
- Tague-Sutcliffe J. (1992). An introduction to infometrics. *Information Processing & Management*, 28(1), 1-3. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(92\)90087-G](https://doi.org/10.1016/0306-4573(92)90087-G)
- Teece, D. (2020). Hand in glove: Open innovation and the dynamic capabilities framework. *Strategic Management Review*, 1(2), 233-253.
- Thomas, V. J., Bliemel, M., Shippam, C. y Maine, E. (2020). Endowing university spin-offs pre-formation: Entrepreneurial capabilities for scientist-entrepreneurs. *Technovation*, 96, 102153.
- Vanti N. (2000). Métodos cuantitativos de evaluación de la ciencia: bibliometría, cienciometría e infometría. *Investigación Bibliotecológica*, 14(29), 10-23. <http://rev-ib.unam.mx/ib/index.php/ib/article/view/3943/3495>
- Vera-Rivera, FH, Astudillo, H. y Gaona, C. (2019). Desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios: tendencias y desafíos de investigación. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E23 (2019)), 107-120.
- Villanueva Flores, M., Hernández Roque, D., Fernández Alles, M. y Diaz-Fernandez, M. (2023). The international orientation of academic entrepreneurship: the role of relational, human and psychological capital. *Journal of Intellectual Capital*, 24(3), 683-709.
- Wang, M., Soetanto, D., Cai, J. y Munir, H. (2021). Scientist or Entrepreneur? Identity centrality, university entrepreneurial mission, and academic entrepreneurial intention. *The Journal of Technology Transfer*, 1-28.
- Yaseen, SG; Al-Samhour, N. Impacto de las capacidades dinámicas y la agilidad organizacional en el desempeño competitivo: el papel mediador del aprendizaje organizacional. En *Jornada sobre Sostenibilidad y Tecnologías Empresariales de Vanguardia*; Springer: Cham, Suiza, 2023; pp. 107-120.

## ANEXOS



## ANEXO 3. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA POR PAÍSES



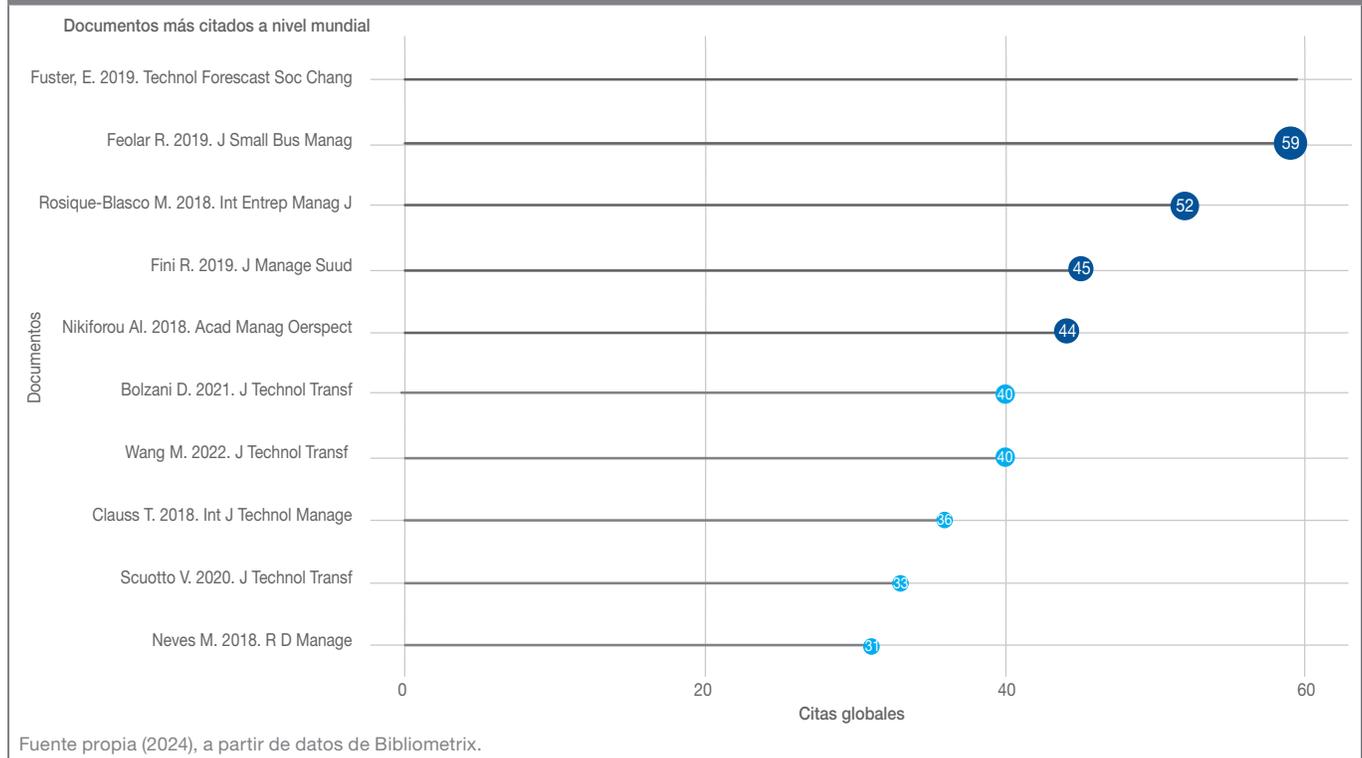
Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix.

## ANEXO 4. PAÍSES MÁS CITADOS A NIVEL GLOBAL

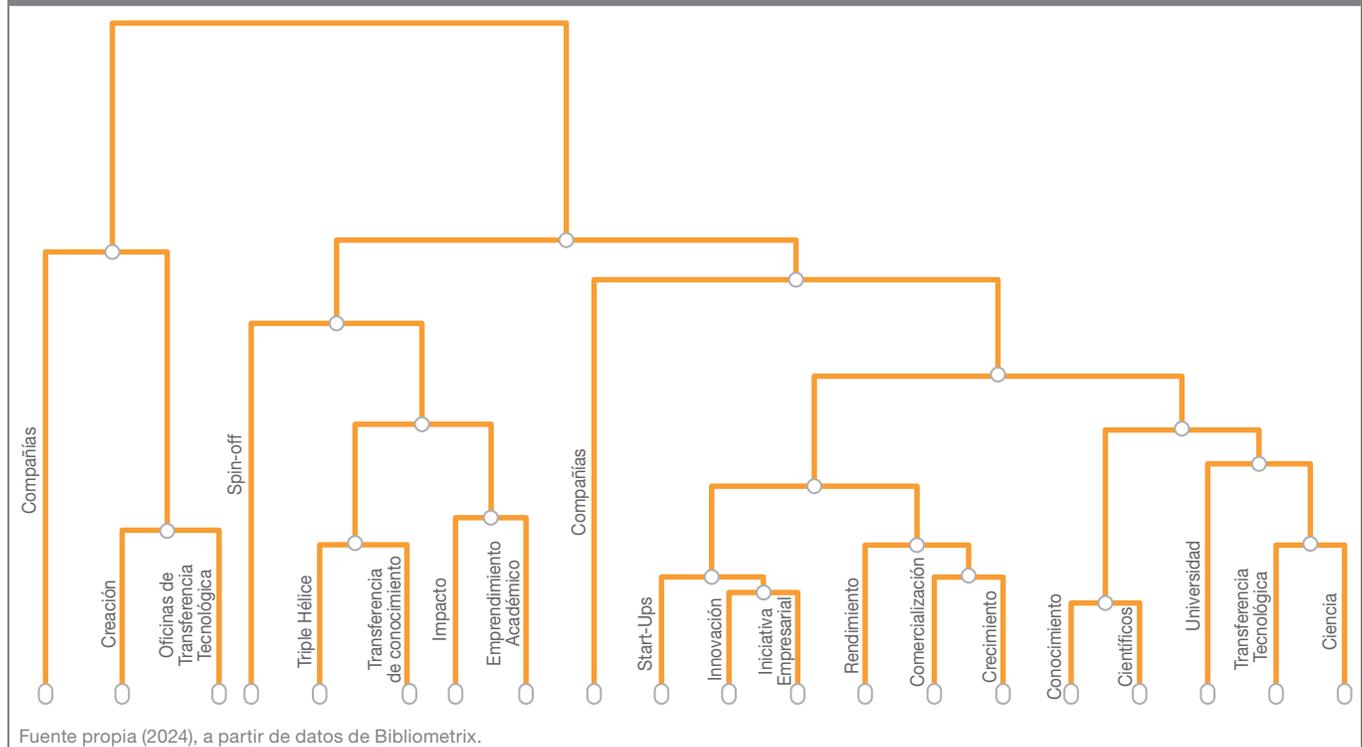
País	Citación total	Artículo promedio
Italy	293	18,30
Spain	167	13,90
Korea	76	25,30
United kingdom	72	24,00
France	59	19,70
Switzerland	58	29,00
Germany	42	14,00
Canada	31	15,50
Portugal	31	31,00
China	26	6,50

Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix.

### ANEXO 5. ARTÍCULOS MÁS CITADOS A NIVEL GLOBAL



### ANEXO 6. RED TEMÁTICA



ANEXO 7. RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS PROCESADOS			
	Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Naturaleza de los estudios	Empírico	13	86,66%
	Conceptual	2	13,34%
	Total	15	100%
Diseño metodológico de los estudios	Cualitativo	5	33,33%
	Mixto	1	6,67%
	Cuantitativo	9	60%
	Total	15	100%
Foco geográfico de los estudios	América	1	6,67%
	Asia	1	6,67%
	Europa	13	86,66%
	África	0	
	Total	15	100%
Sector (*) empresarial sobre el cual se realizaron los estudios	Primario (agricultura/agro)	0	0
	Secundario (industria mano factura)	0	0
	Terciario (comercio y servicio)	15	100%
	Total	15	100%
Tamaño muestral utilizados en los estudios	Coloca el min y máx.	4 – 23.044	N/A
Técnicas estadísticas más utilizadas en los estudios cuantitativos	Se hace conteo y se menciona cuáles son las recuentes	Modelo de ecuaciones estructurales y análisis de mínimos cuadrado	44,4-22,2%
Técnicas cualitativas más utilizadas en los estudios cualitativos	Se hace conteo y se menciona cuáles son las recuentes	Entrevistas a profundidad y revisión bibliográfica	60-40%

Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix.

## ANEXO 8. RESUMEN DE ABORDAJES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS

Año	Autor(es)	Teorías usadas
2019	Fustera, E.; Padilla, A.; Lockett, N., & Águila, A.	Teoría del emprendimiento sobre el desbordamiento del conocimiento (KSTE) (Acs <i>et al.</i> , 2009; Hayter, 2013)
	Corsino, M., Giuri, P., & Torrisi, S.  Good, M., Knockaerta, M., Soppe, B., & Wright, M.	Teoría de las escisiones (Agarwal <i>et al.</i> 2010) Teoría del emprendimiento (Bruneel, J., Van de Velde, E. y Clarysse, B., 2013; Lazear 2004; Markman, <i>et al.</i> 2002) Teoría y práctica del emprendimiento (Spigel, B., 2017). Teoría de la identidad (Stets, JE, Burke, PJ, 2000; Stryker, S., Burke, PJ; 2000)
2020	Thomasa, VJ., Bliemelb, M., Shippamc, C., y Mainec, E.	Teoría de las capacidades dinámicas (Eisenhardt y Martin, 2000; Helfat y Peteraf, 2015; Teece, 2007; Teece <i>et al.</i> , 1997).
	Scuotto, V., Del Giudice, M., Garcia-Perez, A., Orlando, B., & Ciampi, F.	Teoría de a transferir conocimiento (MartinPerez y MartinCruz 2015, Matsuo 2015, Krylova, Vera y Crossan 2016, Stadler y Fullagar 2016). Teoría de comercialización del conocimiento (Link y Siegel 2005; Link <i>et al.</i> 2017; Kenney y Patton 2009). Teoría de economía del conocimiento actual (Audretsch y Keilbach 2006; Audretsch 2014; Foos <i>et al.</i> 2006; Carayannis <i>et al.</i> 2014; Secundo <i>et al.</i> 2017).
2021	Bolzani, D., Munari, F., Rasmussen, E., & Toschi, L. (2021).	Teoría de la comercialización de la ciencia (Bar <i>et al.</i> , 2009; Clarysse <i>et al.</i> 2009; Nelson y Monsen 2014; Phan <i>et al.</i> 2009; Siegel 2009). Teoría de la transferencia de tecnología universitaria (Geuna y Muscio 2009; Rasmussen <i>et al.</i> 2006).
	Blaese, R., Noemi, S., & Brigitte, L. Wang, M., Soetanto, D., Cai, J., & Munir, H.	Teoría Social Cognitiva de la Carrera (SCCT) (Lent <i>et al.</i> , 2002, 1994). Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) (Ajzen, 1991, 2011; Tornikoski & Maalaoui, 2019). Teoría de las expectativas de Vroom (1964). Teoría de la identidad (Fenters <i>et al.</i> 2017; Stryker y Serpe, 1994)
2022	Villanueva-Flores, M., Hernández-Roque, D., Fernández-Allés, M. y Díaz-Fernández, M.	Teoría de la internacionalización en redes (Coviello y Munro, 1997; Holmlund y Kock, 1998).
	Messina, L., Miller, K., y Hewitt-Dundas, N.  Fernández-Alles, M., Hernández-Roque, D., Villanueva-Flores, M., & Díaz-Fernández, M.	Imprinting theory/ teoría de la impronta (Stinchcombe).  Teoría de redes (McDougall <i>et al.</i> , 2003; Baum <i>et al.</i> , 2015)
2023	Cantner, U., Doerr, P., Goethner, M., Huegel, M., & Kalthaus, M.	Teoría de la lógica institucional (Fini <i>et al.</i> , 2010, Perkmann <i>et al.</i> , 2019)
	Radko, N., Belitski, M., & Kalyuzhnova, Y.	Teoría del emprendimiento de derrame de conocimiento (KSTE) (Audretsch, 1995; Acs <i>et al.</i> , 2004, 2013; Audretsch & Lehmann, 2005; Audretsch <i>et al.</i> , 2006; Audretsch & Keilbach, 2007).

Fuente propia (2024), a partir de datos de Bibliometrix.



# COSTA RICA: DENGUE EN 2024

Recibido: 15 noviembre, 2024 • Revisado: 09 diciembre, 2024 • Aceptado: 20 de diciembre, 2024

Yanira Xirinachs Salazar,  
Bradley Jiménez Camacho,  
Jerlin Villalobos Ledezma  
y Juan Rafael Vargas

## RESUMEN

La situación epidemiológica del país respecto al dengue podría parecer una noticia coyuntural, sin embargo, conviene prestar atención. Para evaluar la intensidad del dengue, se parte de una investigación cuantitativa de Vargas (2019) y se emplea actualizada su base de datos. Se muestra la incidencia por cantón y la ocurrencia nacional de forma gráfica a partir de los mapas de acaecimiento. Además, se elabora una variante denominada “mapas/semáforo”, que permite sugerir orientaciones de políticas públicas para buscar niveles similares a los de 2018, cuando el problema era menos severo. En este ensayo se propone la utilización de estos mapas como herramienta para generar indicadores de seguimiento.

**Palabras clave:** Dengue, Métodos estadísticos, Mapas cantonales, Econometría, Economía de la Salud: Incidencia, Salud pública.

## ABSTRACT

The serious epidemiological situation of dengue in the country might seem circumstantial news; however, it requires attention. To evaluate dengue intensity, quantitative research from Vargas (2019) is utilized along with its updated database. Dengue incidence by canton and nationally is presented graphically through incidence maps. Additionally, a version called “traffic lights maps” is created to guide public policies toward achieving levels similar to 2018, when the situation was less severe. This essay proposes using these maps as tools for generating monitoring indicators.

**Keywords:** Dengue, Statistical methods, Cantonal maps, Econometrics, Health economics: Incidence, Public health.

Yanira Xirinachs Salazar es Profesora de Economía de la Universidad de Costa Rica en los cursos de Teoría de Juegos, Microeconomía, Economía de la Salud, Métodos Cuantitativos, Investigación e Introducción a la Economía para otras carreras. Es investigadora de la Escuela de Economía y el Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.

Bradley Jiménez Camacho es investigador de la Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica.

Jerlin Villalobos Ledezma es investigadora de la Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica.

Juan Rafael Vargas es profesor de la Escuela de Economía e investigador del Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

Durante el año 2024, la incidencia del dengue en Costa Rica ha sido motivo de preocupación y ha sido noticia<sup>1</sup>. Los casos de dengue han mostrado un incremento significativo, contabilizándose 25,581 casos hasta octubre de este año. Este aumento demanda estrategias por parte de las autoridades para evitar que el patrón se repita en el futuro. Un protocolo que apoye las políticas públicas es necesario. En este ensayo se propone una metodología que coadyuve en esa tarea.

En julio de 2019, Vargas en "*Epidemiología económica de las enfermedades transmisibles con énfasis en las de transmisión vectorial*", presentó una ecuación Poisson de conteo y una de mínimos cuadrados ordinarios. Además, complementó su análisis con mapas cantonales, que coinciden en gran medida con las áreas de salud de la CCSS<sup>2</sup>. Los resultados de la segunda opción son la base para retomar ese análisis. Se utiliza esta metodología para examinar la aludida incidencia del dengue en 2023.

El resto del documento incluye una sección de actualización de la literatura. Luego se retoma una ecuación de Vargas (2019) para calcular la incidencia del dengue por cantón. En seguida, se presentan los resultados de las cinco diferentes aproximaciones cuantitativas como gráficas (mapas)<sup>3</sup>. También se presentan los mapas semáforo, una relativa innovación. Estos son los que tienen valor de guía para políticas públicas. Los comentarios y sugerencias están en la sección final.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el caso de Paraguay, Martínez *et al.* (2020) mencionan que la elevada morbilidad y mortalidad se traducen en un elevado impacto socioeconómico global y una elevada carga por dengue en los sistemas de atención médica. La metodología consistió en la estimación de los costos directos e indirectos del dengue tanto de casos ambulatorios como hospitalizados. Fueron calculados

los años de vida ajustados por discapacidad (DALY) a partir de la suma de los años de vida potencialmente perdidos (AVPP) debido a la mortalidad prematura en la población y los años perdidos debido a la discapacidad (DVSP). Se encontró que el costo unitario por caso ambulatorio fue de US dólares 52,5 y para pacientes hospitalizados de US dólares 300 con un costo total para los 4 años de US dólares 276.804,9 y US dólares 23.236,45, respectivamente. Los AVPP fueron 18.469,7 años por millón de habitantes; los DVSP de 185.835 años y los DALY 32.676 años por millón de habitantes.

Por otra parte, Da Silva *et al.* (2020), estiman el impacto económico del dengue en Brasil. Hicieron una revisión sistemática en las bases de datos MEDLINE, Lilacs y BDTD entre 2003-2019, siguiendo las recomendaciones PRISMA. Incluyeron estudios que abordaron el impacto económico del tratamiento de pacientes con dengue en Brasil, costos directos e indirectos. Extrajeron datos sobre costos médicos directos (hospitalización, tratamiento), costos no médicos directos, costos indirectos (pérdida de ingresos, productividad) y carga de enfermedad (DALY). Se incluyeron ocho estudios, principalmente de las regiones Sudeste y Centro-Oeste de Brasil. Se encontró que los costos médicos directos fueron mayores en el sistema de salud privado que en el público. Los costos indirectos por pérdida de ingresos familiares y productividad también fueron importantes.

Mientras que, en Costa Rica, Barboza *et al.* (2023), muestran los resultados del uso de dos enfoques de modelado estadístico diferentes, el Modelo Aditivo Generalizado, para ubicación, escala y forma (GAMLSS) y Bosque Aleatorio (RF), para pronosticar el riesgo relativo de infecciones por dengue en 32 cantones de Costa Rica. Los datos de casos mensuales clínicamente sospechosos y confirmados de dengue en Costa Rica proporcionados por el Ministerio de Salud se recopilan para esos cantones para los años 2000-2021. Las variables climáticas como precipitación,

<sup>1</sup> • Casos de dengue se duplican y se registran al menos cinco muertes (CNN); la incidencia alcanzó 33.085 al 6 de octubre (Giselle Guzmán, Jefe de salud Colectiva/CCSS);

• La Embajada de EE UU hizo una alerta sanitaria el 25 de septiembre con cuatro recomendaciones; la situación es compleja por circular los cuatro serotipos de dengue y aumenta un 329% (Catalina Ramírez de CCSS citada por elmundo.cr);

• Contagios aumentaron seis veces respecto al año previo y los cantones de Alajuela, San Carlos y San José encabezan la incidencia (elpais.cr);

• La región América ya alcanzan dos y medio veces la incidencia de 2023 (Adriana Alfaro/Minsa). Es más, al 8 de noviembre se reporta la mayor cantidad de casos para la región Central Sur (8924) y la región Brunca muestra la mayor tasa. Femenino es casi dos mil casos mayor que masculino. Zika y Chikungunya están activos, pero con baja incidencia.

<sup>2</sup> Los cantones son jurisdicciones creadas por la ley. Las regiones son del resorte de Mideplan y el sistema de la CCSS cuenta con un sistema que organiza la atención de la salud y su promoción. El MinSa tiene otra agregación, levemente diferente.

<sup>3</sup> El equipo continúa investigando la dimensión econométrica.

índice de vegetación se usan junto a la medida del riesgo relativo. Los resultados mostraron que GAMLSS y los modelos RF predicen con éxito el riesgo relativo de dengue en el período de prueba (primeros tres meses de 2021) en la mayoría de los cantones.

Sugeno *et al.* (2023), analizan los factores meteorológicos que influyen en la transmisión del dengue en Laos. Se utilizaron datos meteorológicos y de incidencia del dengue semanal, incluida la temperatura y las precipitaciones, de 18 jurisdicciones de 2015 a 2019. Emplearon un modelo no lineal de retardo distribuido de dos etapas con una distribución cuasi-Poisson para tener en cuenta las asociaciones no lineales y retardadas entre incidencia del dengue y variables meteorológicas, ajustando por tendencias temporales a largo plazo y autocorrelación. Encontraron que el riesgo relativo acumulado para el percentil 90 de la temperatura media semanal (29 °C) durante 22 semanas se estimó en 4,21 (intervalo de confianza del 95%: 2,00-8,84), en relación con el percentil 25 (24 °C). El riesgo relativo acumulado para la precipitación total semanal durante 12 semanas alcanzó un máximo de 82 mm (riesgo relativo = 1,76, intervalo de confianza del 95%: 0,91 a 3,40) en relación con la ausencia de lluvia. Se encontró que el riesgo de dengue aumenta con el aumento de las temperaturas y las precipitaciones moderadas, pero disminuye con las precipitaciones extremas.

Por otra parte, Haitao Song *et al.* (2022), argumentan que una alta temperatura incrementa la proporción de mosquitos infectados. Formulan un modelo de transmisión del virus del dengue con retraso de maduración para la producción de mosquitos y estacionalidad. La tasa de natalidad y la tasa de picadura de los mosquitos dependen de la temperatura promedio. Calculan el número reproductivo básico  $R_0$  utilizando la matriz de próxima generación. Demuestran que si  $R_0 < 1$ , muestran la estabilidad global asintótica del estado libre de enfermedad periódico, lo que significa que la infección se puede eliminar de la población. Si  $R_0 > 1$ , muestran la persistencia uniforme del sistema, es decir, existirá al menos una solución periódica positiva y la fiebre del dengue persistirá y mostrará fluctuaciones estacionales. Luego, aplicaron el modelo a un brote de dengue en la provincia de Guangdong, China en 2014. Las simulaciones se ajustan bien a los casos reportados.

Gathsaurie Neelika Malavige *et al.* (2023), destacan que la falta de tratamientos específicos y biomarcadores para identificar de manera temprana los casos que

progresan a formas graves de la enfermedad. Además, el uso de nuevos métodos de control vectorial, como mosquitos infectados con *Wolbachia*, ha mostrado resultados prometedores en la reducción de la incidencia de dengue. También mencionan el desarrollo de nuevas vacunas, como la TAK-003, con una eficacia del 61,2% contra el dengue confirmado virológicamente y del 84,1% contra hospitalizaciones.

TABLA 1. RESIDUOS PARA CANTONES ELECTOS

San José	-6.56364	. * .
Desamparados	-29.2209	. *   .
Mora	-68.2075	. *   .
Acosta	-237.179	. *   .
Montes de Oca	-17.5299	. * .
Pérez Zeledón	-125.757	. *   .
Alajuela	380.083	.   * .
Atenas	3.6E-12	. * .
San Carlos	-524.140	* .   .
Upala	6.89129	. * .
Los Chiles	-101.653	. *   .
Cartago	190.795	.   * .
Turrialba	251.893	.   * .
Oreamuno	-50.8021	. *   .
El Guarco	-156.735	. *   .
Barba	-2.53364	. * .
Santa Barbara	82.3123	.   * .
Belén	-103.195	. *   .
Sarapiquí	137.294	.   * .
Liberia	-500.602	* .   .
Nicoya	605.158	.   . *
Santa Cruz	84.8168	.   * .
Bagaces	128.830	.   * .
Carrillo	-99.4623	. *   .
Puntarenas	-169.261	. *   .
Buenos Aires	141.703	.   * .
Osa	-288.219	. *   .
Quepos	454.944	.   *
Golfito	-33.5290	. *   .
Coto Brus	23.5410	.   * .
Parrita	4.5E-13	. * .
Corredores	167.770	.   * .
Limón	-238.133	. *   .
Pococí	-197.851	. *   .
Talamanca	-284.171	. *   .
Guácimo	578.711	.   . *

Fuente: Vargas (2019).

Mientras que Gerhart Knerer *et al.* (2020), estiman un modelo de transmisión dinámica para analizar el impacto económico y la rentabilidad de diferentes estrategias de control del dengue en Tailandia. Evalúan varias combinaciones de intervenciones: el uso de larvicidas y vacunación en niños de 1 año, junto con la gestión ambiental y la educación pública. Los resultados muestran que las estrategias combinadas son más rentables que las intervenciones individuales, con un costo estimado de \$12.508 por DALY (años de vida

ajustados por discapacidad) evitado. Además, el uso de mosquitos infectados con *Wolbachia* se destacó como altamente rentable. El estudio sugiere que la combinación de vacunas y control vectorial tiene un impacto epidemiológico y económico significativo, lo que podría ser crucial para combatir el dengue a gran escala.

### APROXIMACIÓN EMPÍRICA

En la muestra usada para Vargas (2019) sólo se contaba con 81 cantones (los tres más recientes no habían

FIGURA 1. TASA DE INCIDENCIA DE CASOS DEL DENGUE POR CADA 10.000 HABITANTES EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2011

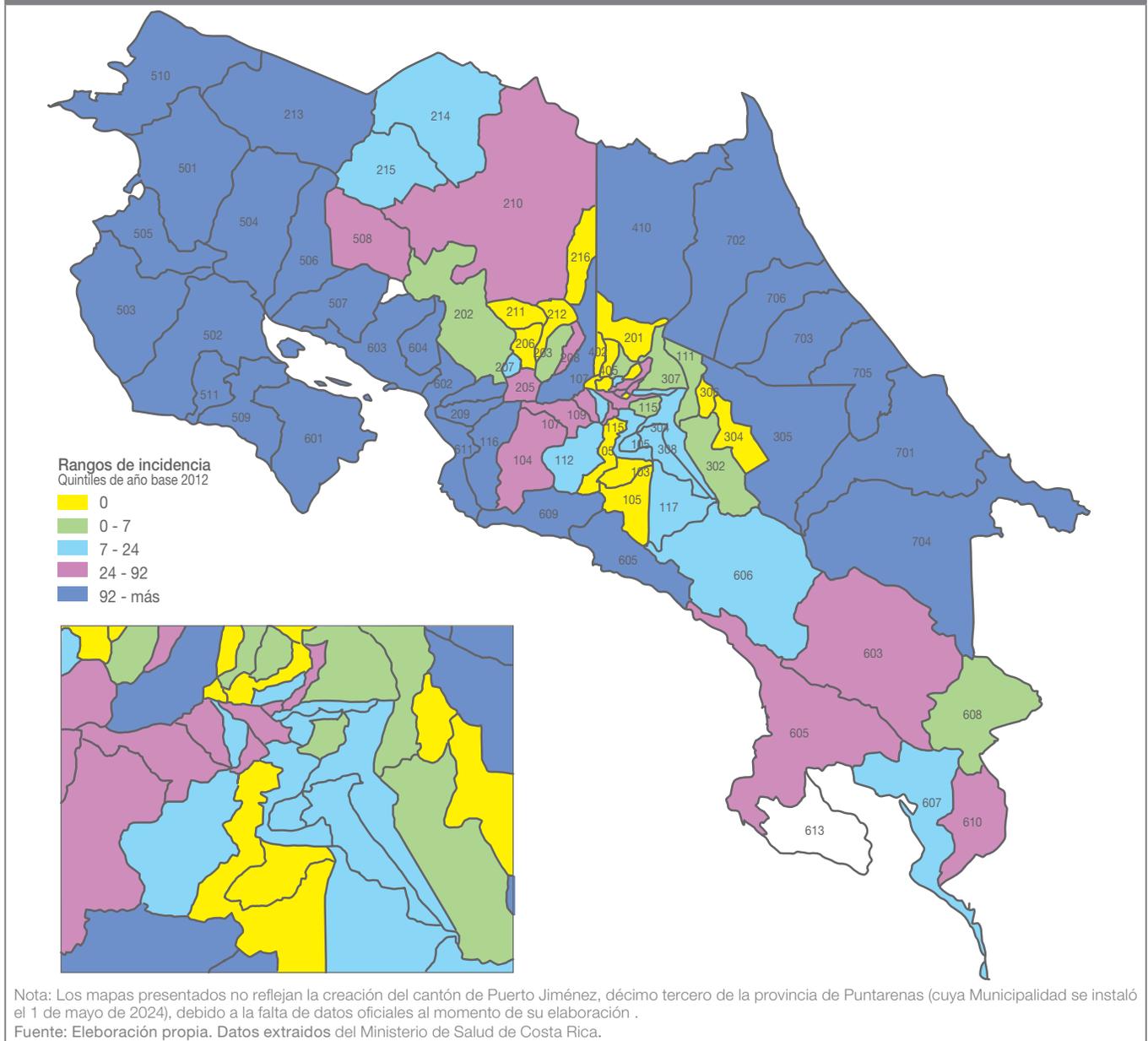
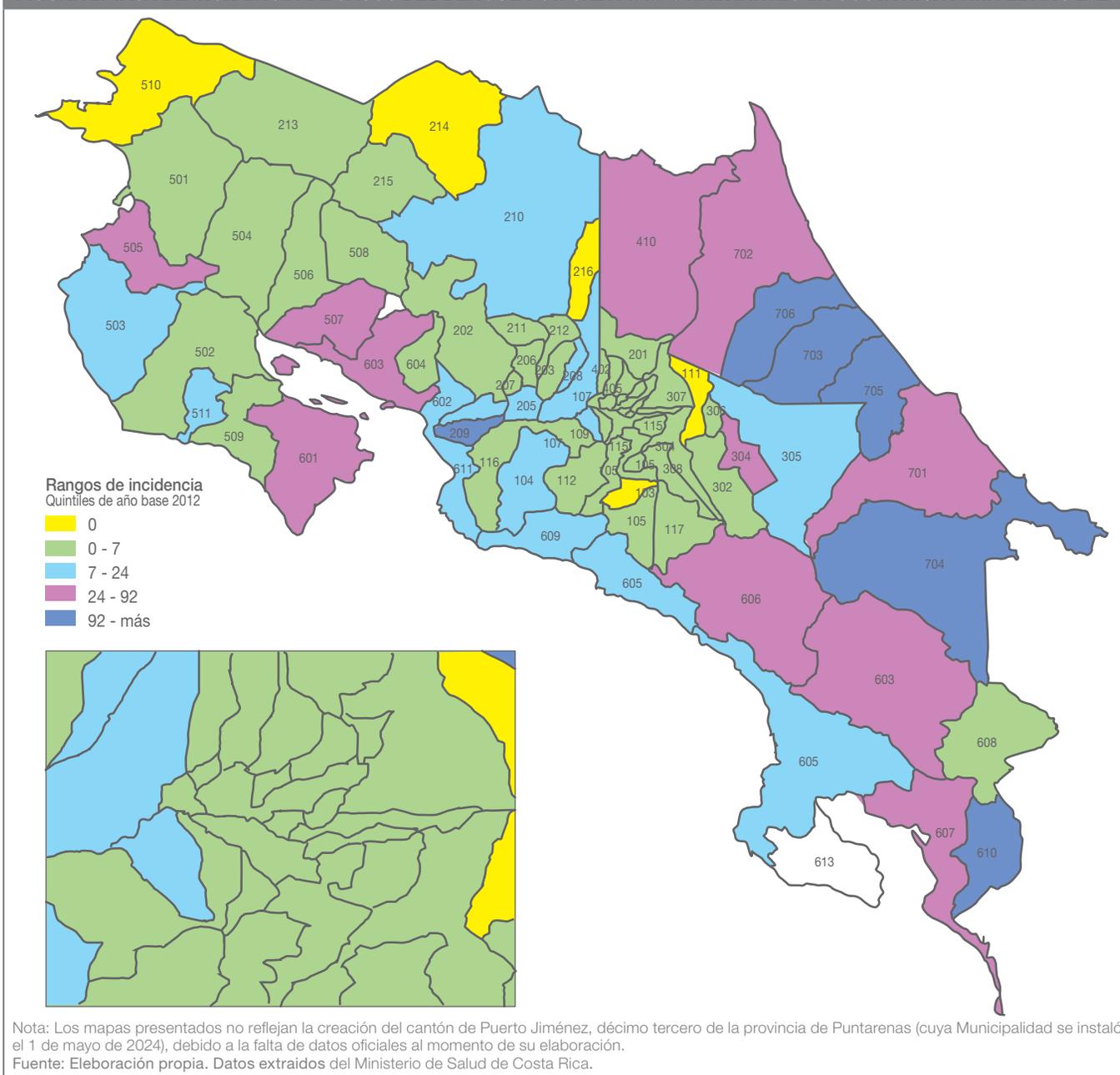


FIGURA 2. TASA DE INCIDENCIA DE CASOS DEL DENGUE POR CADA 10.000 HABITANTES EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2020



sido creados). La ecuación de mejor ajuste involucró: aumento del calor, de la pobreza, de la razón de masculinidad, de la pavimentación, de las poblaciones, tanto activa laboralmente como general, de la red vial y de la calidad de vida. Los incrementos en cobertura educativa, en concentración de las actividades económicas, el crecimiento de la electrificación, el pilar laboral, la cobertura eléctrica de las viviendas, el acceso de éstas al agua potable, el pilar económico, y la mortalidad por

enfermedades infecciosas disminuían la incidencia de manera inelástica. Esos resultados eran esperables, aunque algunos parámetros no superaron las pruebas de hipótesis de manera robusta. La dependencia demográfica también hizo disminuir la incidencia. La elevación de la cabecera del cantón (altitud) y la precipitación pluvial también disminuían el valor esperado de la incidencia. El grado de aciertos fue elevado y la dificultad de algunas pruebas de hipótesis pudo explicarse

en términos de la muestra: muchas variables, algunas de las cuales están muy correlacionadas y no se contó con muchas observaciones<sup>4</sup> con la angostura en los grados de libertad consecuentes.

La especificación fue menos afortunada para seis cantones: Nicoya, Guácimo, San Carlos, Liberia, Quepos y Alajuela. Todos menos el último son de fuera del Valle Central. Ese cantón amerita una línea de análisis específico. Osa, Talamanca, Turrialba, Limón y Acosta también ilustraron comportamientos alejados de la especificación propuesta. Ésta involucraba, como se indicó en el párrafo precedente, variables socioeconómicas y geográficas en una mezcla de todo lo que el paradigma ofrecía y estaba empíricamente disponible. Por el contrario, en Atenas y Parrita casi coincidieron lo observado y lo predicho, mientras que para Barva, San José, Upala, Montes de Oca, Coto Brus, Desamparados y Golfito las discrepancias fueron pequeñas. Los patrones de esas distancias no pueden explicarse (ni intuirse) en el territorio. Tampoco las variables socioeconómicas se pueden explicar pues ya fueron incorporadas en la estimación. La única opción interesante fue modelar la incidencia relativa, pero el objetivo noticioso (que motivó este ensayo) y el de políticas públicas es el número de casos (incidencia).

Los residuos que aparecen en la tabla 1 provienen de Vargas (2019). Corresponden a uno de los cálculos que el paquete econométrico Eviews permite hacer respecto a las estimaciones correspondientes a los cantones listados.

### PLANISFERIO 2011-2023

Por un lado, uno de los instrumentos que permiten visualizar los cambios en los diferentes indicadores son los relacionados con la georeferenciación. En este sentido, con el fin de visualizar los cambios en la cantidad de casos de dengue por cantón, se prepararon mapas trianuales, ya que corresponden una regularidad epidemiológica. Esto es así porque va más allá de la dimensión clínica, dado que la incidencia observada es consecuencia de los aspectos biológicos y ambientales. Por lo tanto, si se cruza la información de la incidencia

con las políticas públicas implementadas, se podría reflejar los patrones de comportamiento y de prevención, tanto dentro del hogar como en sus inmediaciones (fumigación y eliminación de aguas estancadas), los niveles de ingreso, capital humano, el proceder sanitario y de fenómenos climatológicos como el Niño. Cabe destacar que el patrón se reflejó en pruebas de hipótesis en Vargas (2019). Sin embargo, una segunda característica es que en 2020 ese comportamiento se rompe.

El encierro por la pandemia en marzo, abril y mayo, así como las limitaciones subsecuentes, junto con los efectos económicos en hogares y empresas y los de la epidemia, modificaron una enorme cantidad de condiciones. De hecho, podría decirse que el Covid afectó el dengue, tal como lo hizo con todos los ámbitos de la salud. Por consiguiente, la regularidad de los patrones originales no se ha recobrado, ni tampoco ha adoptado otros. Este panorama se ilustra con los cinco mapas de incidencia del dengue. Por ejemplo, el año 2011 fue considerado uno de alta incidencia, en el cual los cantones de la costa caribeña y el Pacífico norte fueron los que presentaron mayor número de casos.

Entre el año 2012 y 2014 se tomaron medidas para mitigar la presencia del vector en las regiones de alta incidencia. Como resultado, el comportamiento de los casos durante el año 2015 muestra una menor cantidad de cantones con alta incidencia (92 o más casos). Por ejemplo, en la costa Caribe solo Siquirres mantiene el color azul oscuro y, en general, el país muestra tonos más claros. A partir de esto, una de las preguntas que surgen es cuáles de las medidas tomadas fue la que generó mayor impacto. Es un tema importante para formular políticas públicas.

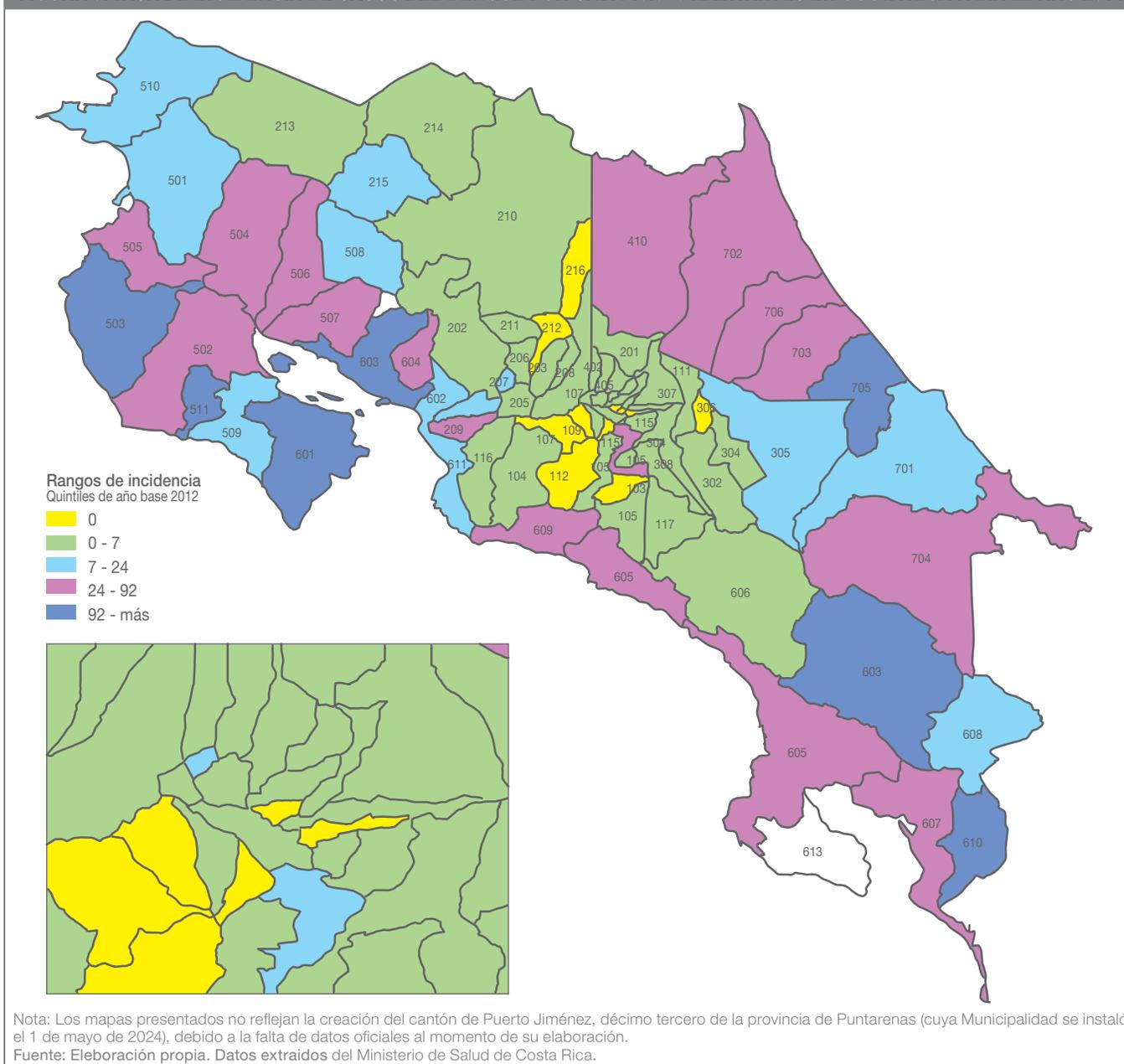
El año 2013 muestra un panorama de intensa incidencia. De hecho, es una clara ilustración del punto alto del ciclo epidemiológico (359)<sup>5</sup>. Sin embargo, la incidencia baja en 2014 (299) y más aún en 2015 (295), lo cual se puede visualizar como el punto mínimo del ciclo trianual. Posteriormente, en 2016 la incidencia vuelve a aumentar (271), pero no hace lo mismo en 2017 (264), posiblemente como resultado de políticas públicas<sup>6</sup>. Cabe destacar que ese año podría

<sup>4</sup> Como se explica la ecuación original (Vargas, 2019) ese párrafo es una adopción de aquel.

<sup>5</sup> Se elabora un índice que pondera la intensidad de los mapas azules y se inserta en paréntesis ese valor para cada año comentado.

<sup>6</sup> Fernando Llorca encabezó secuencialmente los principales focos de políticas sanitarias en esos años y su enfoque pudo ayudar a promover políticas públicas adecuadas.

FIGURA 3. TASA DE INCIDENCIA DE CASOS DEL DENGUE POR CADA 10.000 HABITANTES EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2014

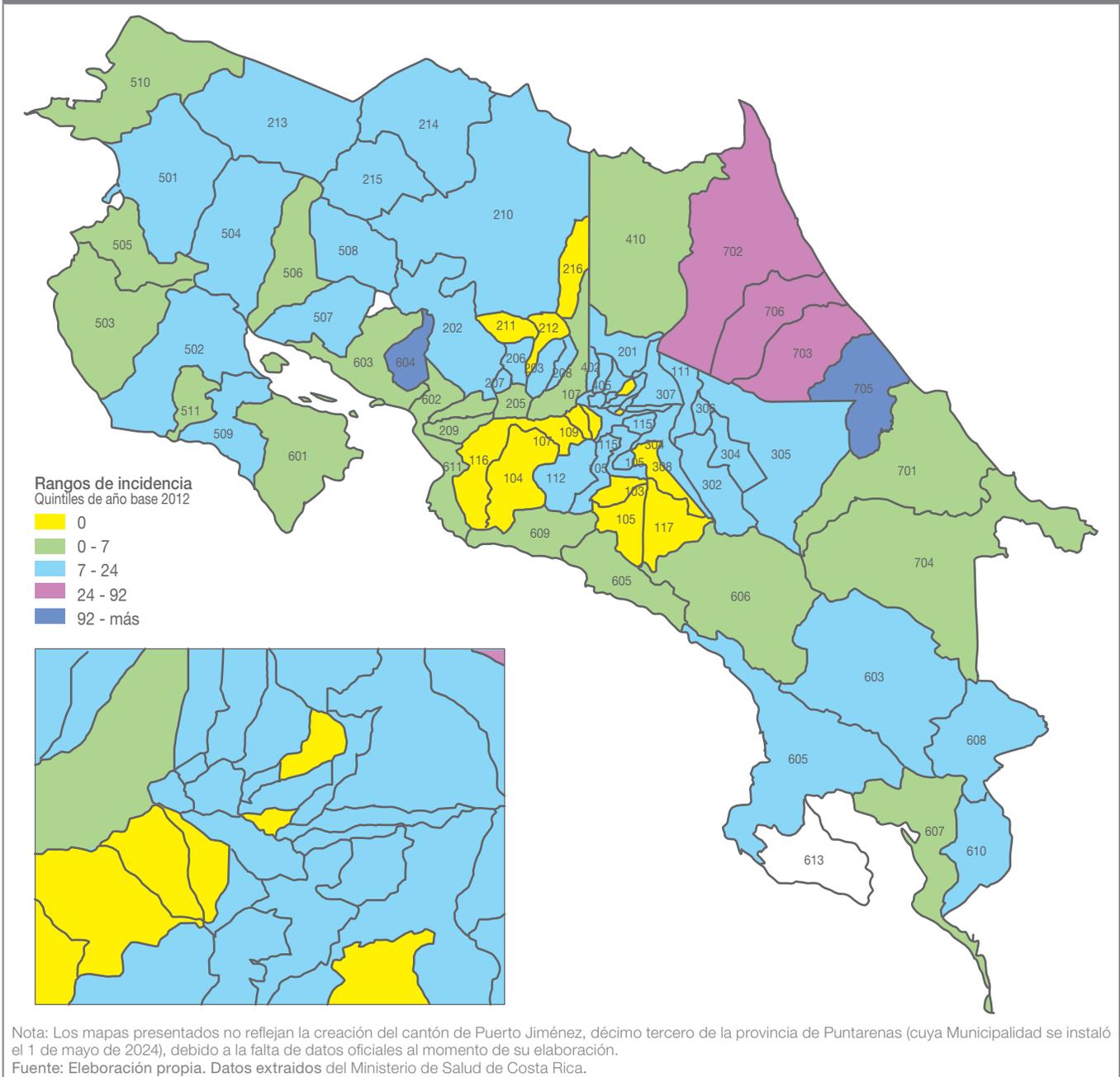


representar el cúmulo del “sí se puede” en materia de dengue (234), y el patrón se continúa tenuemente desmejorado hasta 2018. En el período siguiente, que inicia en diciembre, surge el factor Covid, acompañado de un ligero incremento este año (297) y en 2020 (290). Con el encierro provocado por la epidemia y las acciones poderosas de las autoridades sanitarias encabezadas por el ministro Daniel Salas, el ciclo

trianual se rompe totalmente. No es que los factores epidemiológicos y su contexto meteorológico no estuvieran presente,<sup>7</sup>sino que los patrones de comportamiento de los potenciales pacientes se modifican notablemente (255). Además, el entorno económico no coadyuva, porque la actividad reacciona vigorosamente a partir de los “brotos tiernos” en las zonas francas (281).

<sup>7</sup> Barboza et al. (2023) ofrecen un espléndido análisis de los factores climáticos con econometría muy avanzada.

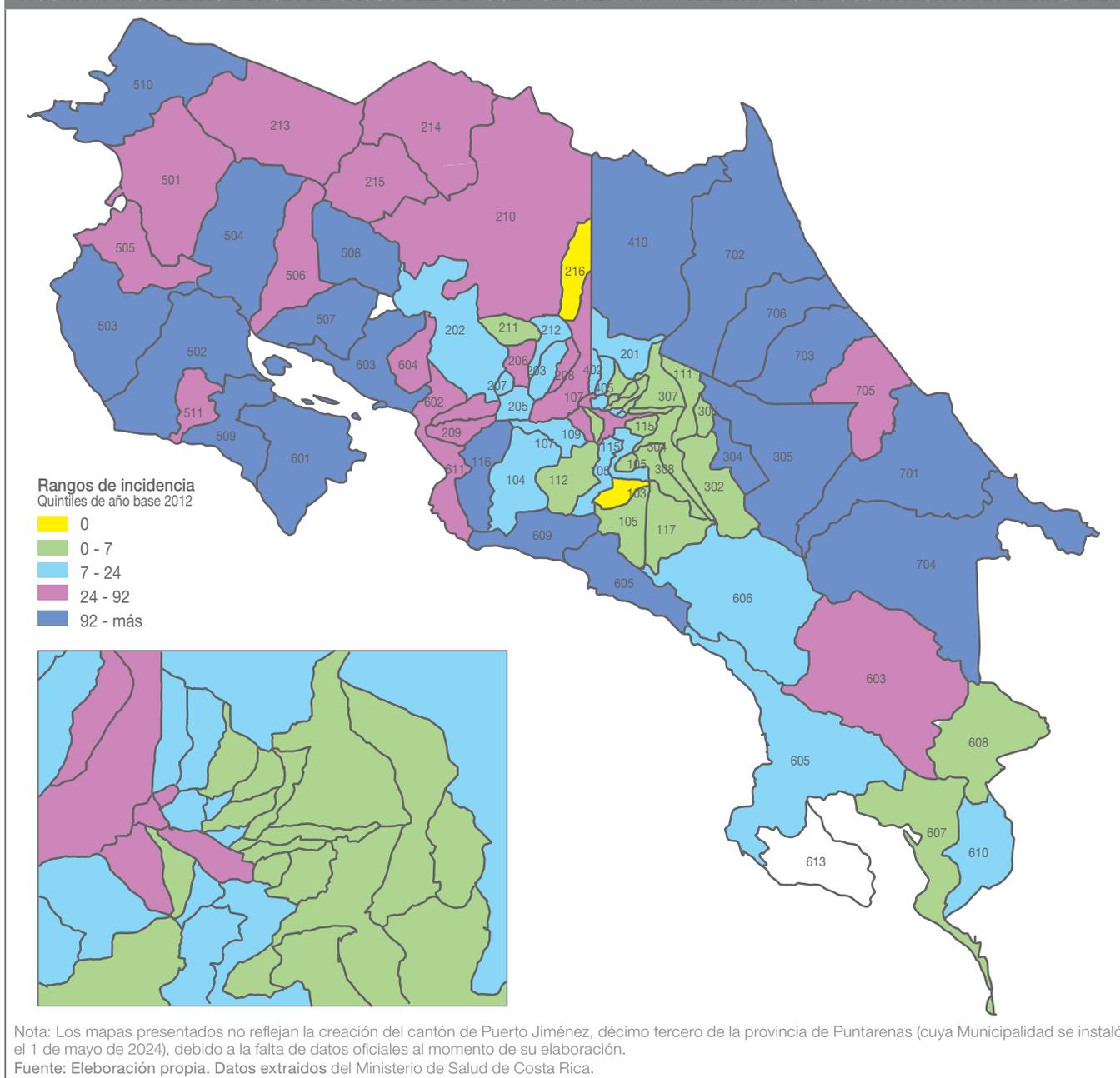
FIGURA 4. TASA DE INCIDENCIA DE CASOS DEL DENGUE POR CADA 10.000 HABITANTES EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2017



Más adelante, en 2023, todo colapsa (370). En este caso, ni el clima ni la economía explican lo ocurrido. Emulando a James Carville puede afirmarse: “*¿son las políticas sanitarias, ingenuo!*”. Finalmente, el análisis se ampliará en la última sección de este ensayo. Si bien se requería más claridad en los patrones climáticos y epidemiológicos, el hecho de que haya una indefinición entre la Niña y el Niño en 2024 (que no es parte de la muestra de este estudio) agrava el análisis general.

El año 2020 mostró menos intensidad que 2021. Sin embargo, todavía Siquirres, Matina, Pococí, Talamanca, Esparza y Coto Brus presentaron alta incidencia. En contraste, al año siguiente esta situación solo ocurrió en Turrialba. De manera similar, en 2022 únicamente se observó alta incidencia en Talamanca, Turrialba y Siquirres. Esto podría ser una característica de la zona de habla bribri, aunque la dimensión lingüística está fuera de lo que las variables involucradas pueden reflejar.

FIGURA 5. TASA DE INCIDENCIA DE CASOS DEL DENGUE POR CADA 10.000 HABITANTES EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2023

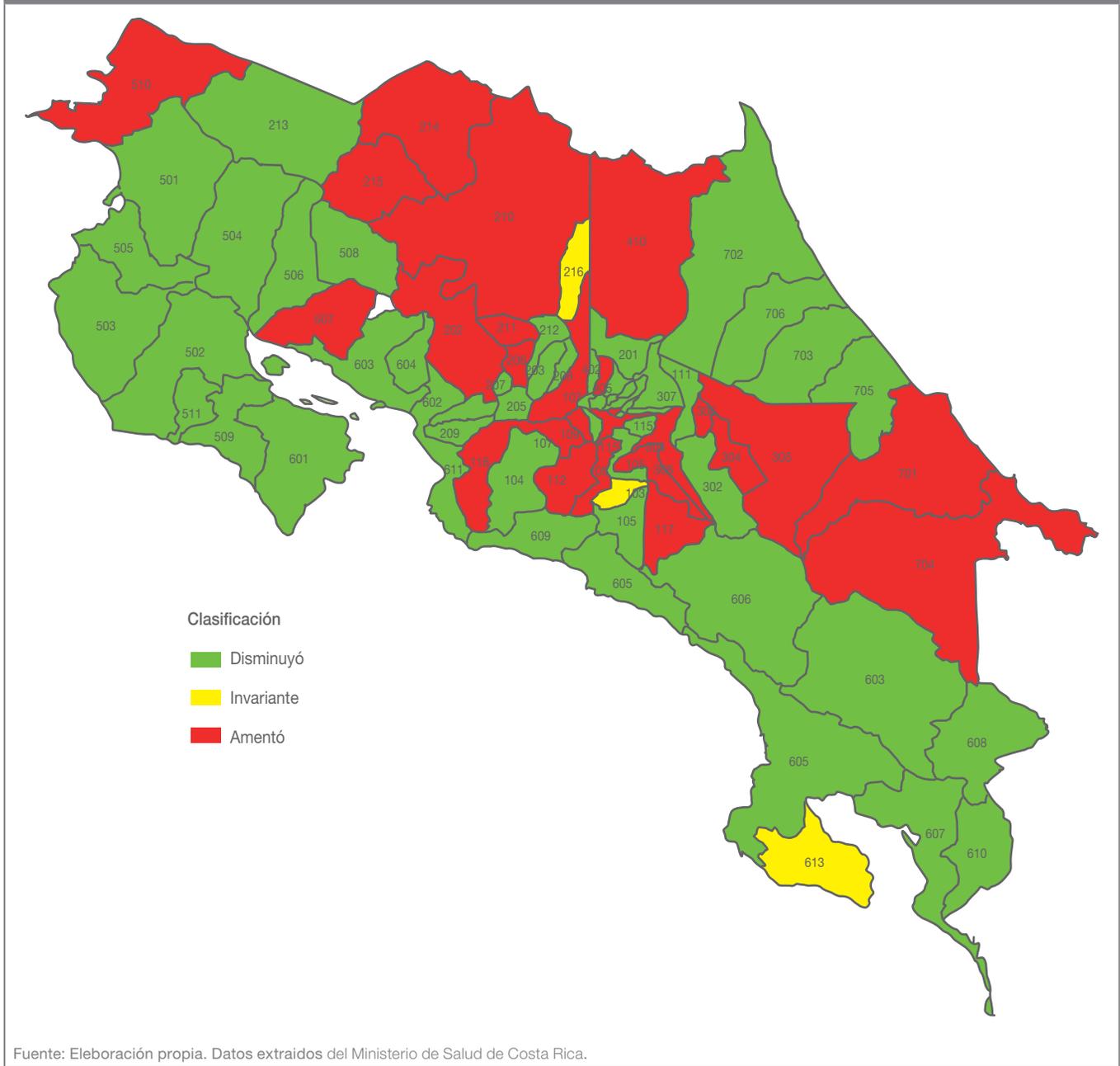


Por su parte, 2023 representa un regreso a condiciones desfavorables. Prácticamente toda la costa Caribe, excepto Siquirres, y la mayor parte de la costa Pacífica exhiben alta intensidad. Además, es importante señalar que incluso las zonas chorotegas de alta longevidad también muestran alta incidencia. No obstante, Hojancha, Montes de Oro, Puntarenas y los cantones de la región Brunca son la excepción a ese patrón.

### METODOLOGÍA DE MAPAS SEMÁFORO

Con el apoyo de MCF, Morera y Aparicio (2007) publicaron el *Atlas de mortalidad por cáncer en Costa Rica*. En este Atlas presentan un creativo insumo para políticas públicas, particularmente sanitarias. A través de un enfoque estadístico, someten a validación el cómo una determinada área de salud difiere del comportamiento medio del país. Este proceso lleva a

FIGURA 6. INCIDENCIA DEL DENGUE: COMPARACIÓN 2023 A 2013



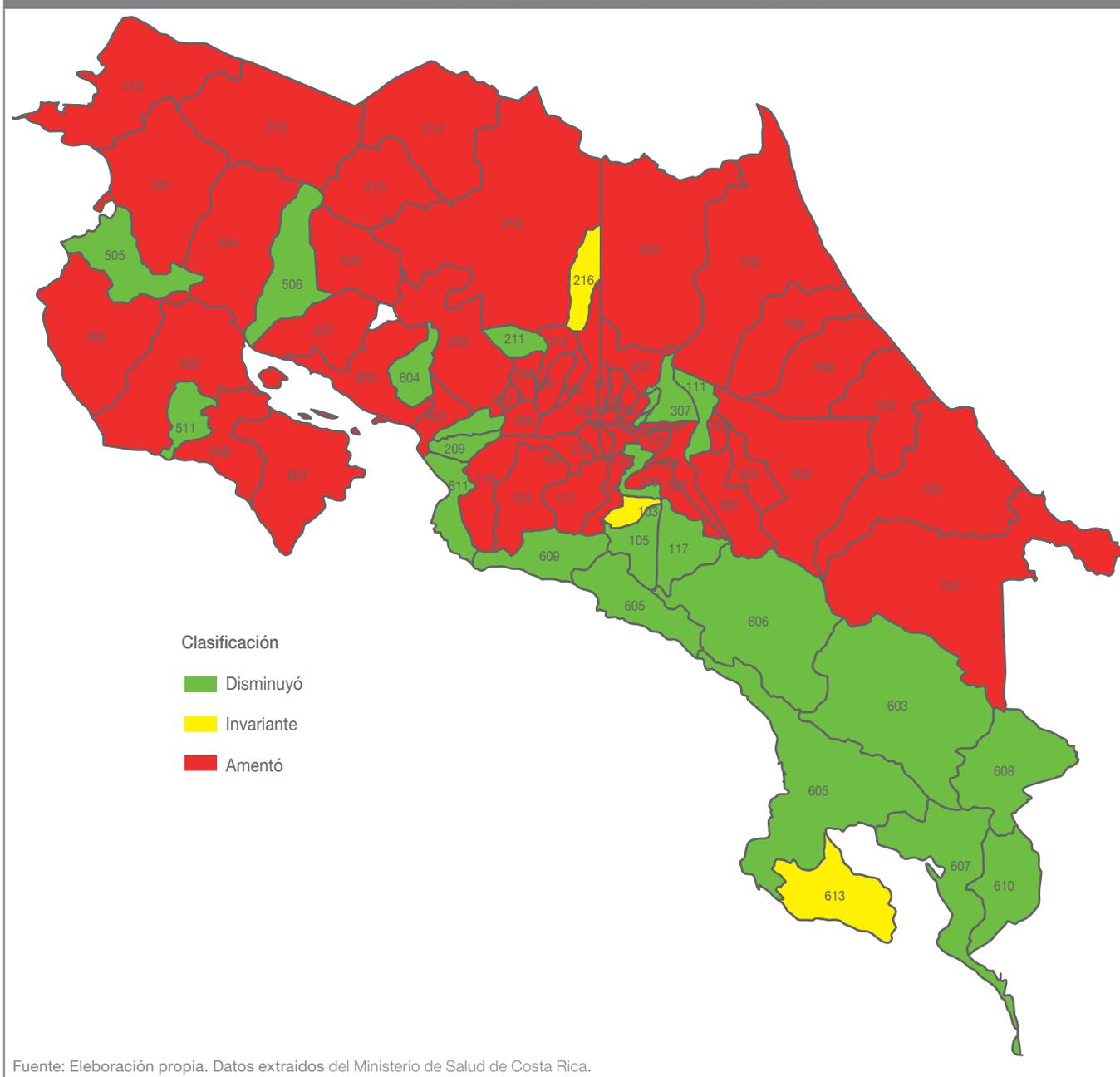
clasificar las áreas en tres categorías: infra (verde), no diferente (amarillo) e híper (rojo). Es así como la aplicabilidad para apoyar la configuración de las políticas sanitarias resultó clara y didáctica. Que las medidas de los gobiernos deban incorporar esas características no requiere persuadir.

En este contexto, el concepto se utiliza para sugerir cómo orientar acciones. Por ejemplo, las guías de políticas no se limitan a las del sector salud; también pueden

tutelar a los municipios y los ámbitos del sector comunitario. Esto se debe a que, al menos, el control de los entornos propiciadores de larvas y pupas corresponde a todas las fuerzas de las comunidades. Es útil reconocer que lo extenso del período muestral y la pandemia modificaron la aplicabilidad lineal de las guías.

Debido a su inmediatez y relevancia, se escogió la aplicación del semáforo para comparar el año 2023 con el año previo, con 2016 y con 2013. Estos

FIGURA 7. INCIDENCIA DEL DENGUE: COMPARACIÓN 2023 A 2016

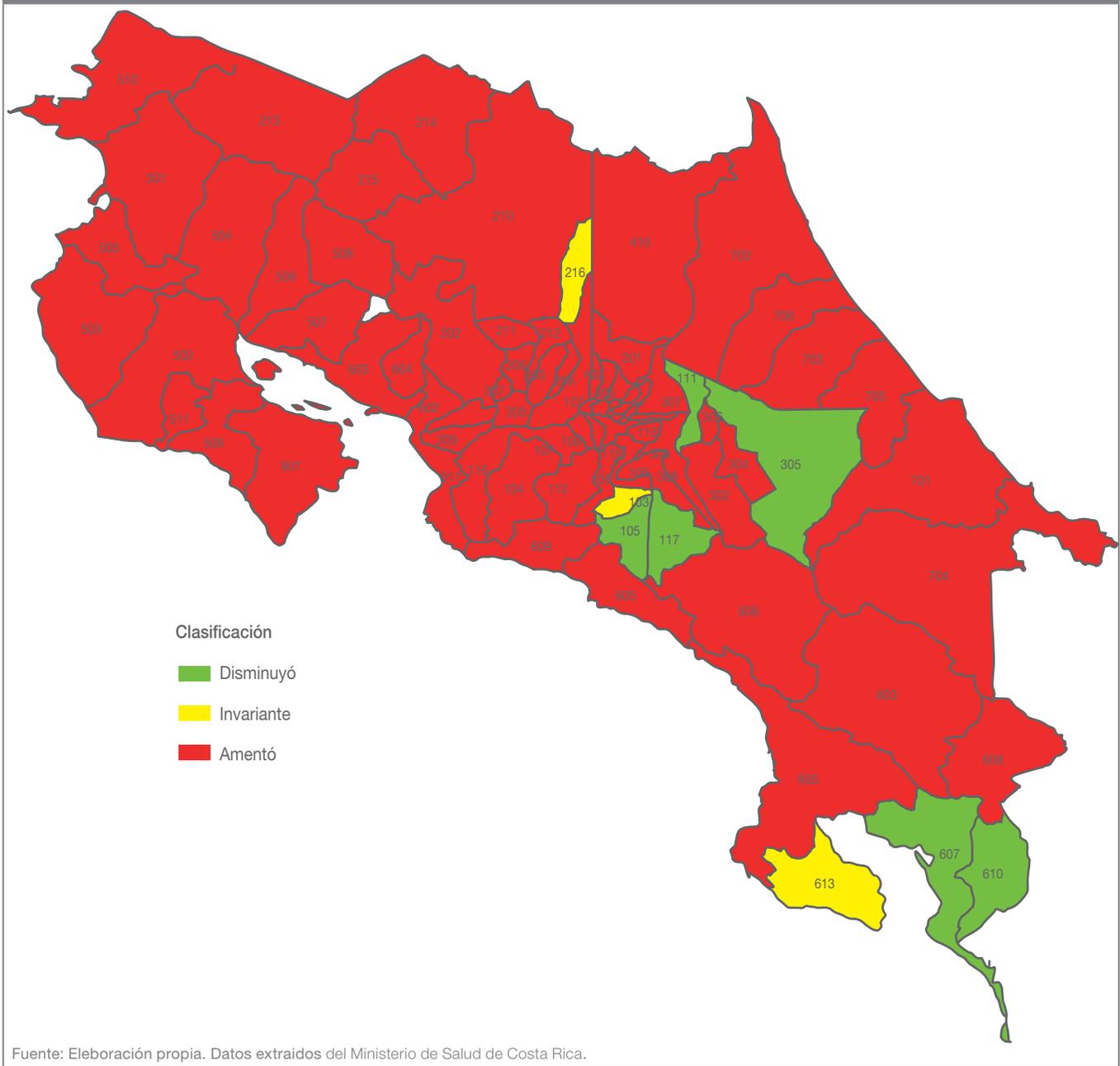


años se seleccionaron por ser los de mayor severidad en la incidencia, según el índice sencillo de severidad, que les asigna los valores de 359, 271, 281 y 370, respectivamente.

Por un lado, la comparación con 2013 sugiere varias lecciones para orientar las políticas sanitarias. Por ejemplo, la región Pacífico Central es la mejor comportada: todos los cantones son verdes, a pesar del desangelado resultado de 2023. De esta observación, las

autoridades pueden concluir algunas guías. Por otro lado, la región Brunca sigue un patrón similar, aunque con una excepción: el cantón de Osa, que se califica como invariante. De manera similar, la región Chorotega muestra una imagen semejante, pero con dos excepciones: La Cruz y Abangares. Nuevamente, hay comportamientos que observar y posibles lecciones que extraer. La región Huetar Caribe presenta un perfil mixto: mientras que su segmento norte está “bien

FIGURA 8. INCIDENCIA DEL DENGUE: COMPARACIÓN 2023 A 2022



comportado,” Limón y Talamanca no lo están. Por su parte, la región Huetar Norte es, por mucho, la peor. Finalmente, la región Central resulta ser un mosaico de resultados, lo cual era previsible, dado que es la más poblada y heterogénea. No obstante, declinamos explicitar las lecciones específicas, ya que involucran a 84 cantones.

Aunado a lo anterior, la comparación entre 2023 y 2016 es más sencilla, ya que sugiere lo que el propio

mapa de 2023 insinúa por sí solo. En particular, la región Pacífico Central y la Brunca presentan comportamientos que pueden orientar a las autoridades de salud y municipales sobre qué estrategias podrían emularse para lograr mejoras comparativas. El resto del país ofrece un escenario compacto de lo que no debe hacerse. Sin embargo, podría argumentarse que también hay enseñanzas valiosas en ese otro tipo de comportamiento. Cabe destacar que tres cantones

guanacastecos, dos alajuelenses y uno cartaginés son la excepción a esta regla.

Además, la comparación entre 2023 y 2022 es también sencilla. Básicamente, representa el retrato del quebranto y podría interpretarse como una imagen del clima sanitario presente. En este caso, tres cantones de la zona de los Santos, Oreamuno, Turrialba, Río Cuarto, Coto Brus, Osa y Corredores son las únicas nueve excepciones. No obstante, la imagen general es de una desmejora rotunda. Es cierto que tres cantones muestran un comportamiento invariante. Por lo cual, la idea de sugerir políticas públicas vuelve a aparecer, tal como se planteó párrafos atrás, con la indicación de lo que no debe hacerse.

## CONCLUSIÓN

Las notas de prensa contemporáneas focalizan el regreso del dengue, que se destaca frente a la calidad

de gestión presente del sector sanitario. Se parte de la investigación de Vargas (2019), tanto en su análisis econométrico como en la utilización de mapas cantonales. En ese marco se destacan los niveles de incidencia, que son resultantes de diferentes entornos epidemiológicos. Estos son dirigidos por los niveles de gestión de la prevención y la dimensión socioeconómica de las poblaciones. El segundo nivel de empleo de los mapas cantonales es la versión semáforo. Ahí se destaca la aplicación para identificar aquellas acciones que hacen disminuir la incidencia y las direcciones que agravan la situación sanitaria. El cotejo es relevante y apropiado porque se compara datos de cantón con los de la misma población en otro momento en el tiempo. Si las autoridades municipales y nacionales desean orientar sus acciones de manera eficiente, los mapas semáforo representan una opción práctica y accesible. Este enfoque podría extenderse a otras enfermedades vectoriales, ampliando su impacto en la salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barboza, L A *et al.* (2023). Assessing dengue fever risk in Costa Rica by using climate variables and machine learning techniques. *PLoS Negl Dis*, 17(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011047>
- Haitao, S. *et al.* (s.f). *Mathematical Biosciences and Engineering*. (Vol. 17).
- Knerer, G. *et al.* (2020). The economic impact and cost-effectiveness of combined vector-control and dengue vaccination strategies in Thailand. *PLoS Negl Dis* 14(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008805>
- Malavige G.N.*et al.* (2023). Facing the escalating burden of dengue. *PLoS Glob Public Health*, 3(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003499>
- Martínez, C. *et al.*(2020).Impacto económico del dengue en Paraguay. *Rev Chilena Infect*, 37(4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182020000400356>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2024). Boletín epidemiológico No 43 de 2024. <https://bit.ly/3OcGLSm>
- Morera, M. y Aparicio, A. (2007). Atlas de mortalidad por cáncer en Costa Rica 2000-2005. EDNASSS.
- Vargas, J.R. (2019). *Epidemiología económica de las enfermedades transmisibles con énfasis en las de transmisión vectorial*. WP Escuela de Economía.
- Vieira, Raquel da Silva. (2020) Impacto Economic do tratamento de pacientes com dengue no Brasil: uma Revisão Sistemática. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 24(5). [Doi:10.17921/1415-6938.2020v24n5-esp.p678-683](https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n5-esp.p678-683)



# POSIBILIDADES DE DESARROLLO SOSTENIBLE: LA SINERGI A ENTRE BIORREFINERÍA, NANOTECNOLOGÍA Y ENERGÍAS LIMPIAS

Recibido: 15 noviembre, 2024 • Revisado: 9 diciembre, 2024 • Aceptado: 20 diciembre, 2024

José Roberto Vega Baudrit,  
Diego Batista Menezes  
y Mary Lopretti

## RESUMEN

El documento aborda la integración de la biorrefinería, nanotecnología y energía limpia como una solución sinérgica para promover la sostenibilidad. Se explora el uso de catalizadores nanométricos, sistemas de nanofiltración y nanosensores en biorrefinerías para mejorar la eficiencia y calidad de productos como biocombustibles y bioplásticos. Además, se destacan los beneficios ambientales y económicos de valorizar residuos agroindustriales y marinos, promoviendo la economía circular y reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero. Finalmente, se discuten los desafíos de implementación, incluyendo la escalabilidad, regulación y aceptación pública, proponiendo la inversión en I+D y políticas públicas claras como estrategias clave para maximizar los beneficios de estas tecnologías en la transición hacia una economía sostenible y baja en carbono.

**Palabras clave:** Biorrefinería, Nanotecnología, Energías limpias, Economía circular, Sostenibilidad.

## ABSTRACT

The document addresses the integration of biorefinery, nanotechnology, and clean energy as a synergistic solution to promote sustainability. It explores nanoscale catalysts, nanofiltration systems, and nanosensors in biorefineries to enhance efficiency and the quality of products such as biofuels and bioplastics. Additionally, it highlights the environmental and economic benefits of valorizing agro-industrial and marine waste, fostering a circular economy, and reducing greenhouse gas emissions. Finally, implementation challenges, including scalability, regulation, and public acceptance, are discussed, with investment in R&D and clear public policies proposed as critical strategies to maximize the impact of these technologies in the transition to a sustainable, low-carbon economy.

**Keywords:** Biorefinery, Nanotechnology, Clean energy, Circular economy, Sustainability.

José Vega Baudrit es Director del Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC CENAT (Costa Rica). Es profesor de LEAD University y de la Universidad Nacional, Escuela de Química.

Diego Batista Menezes es investigadora del Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC CENAT (Costa Rica).

Mary Lopretti es investigadora del Centro de Investigación Nuclear, Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

## INTRODUCCIÓN

La **biorrefinería** es un modelo de procesamiento sostenible que utiliza biomasa como materia prima para generar una amplia gama de productos como biocombustibles, químicos y materiales, promoviendo la economía circular y la reducción de residuos. La **nanotecnología**, por su parte, se enfoca en el diseño y manipulación de materiales a escala nanométrica, lo que permite desarrollar soluciones innovadoras con aplicaciones en diversos campos como la medicina, la electrónica y la producción eficiente de energía. En este contexto, la **energía limpia** se refiere a fuentes de energía que no generan emisiones contaminantes, como la solar, eólica e hidroeléctrica, y que pueden ser optimizadas mediante tecnologías avanzadas, incluidas las basadas en nanotecnología, para garantizar una transición hacia sistemas energéticos sostenibles y amigables con el medio ambiente.

La integración de biorrefinería, nanotecnología y energía limpia constituye un enfoque sinérgico y multidisciplinario para abordar los retos ambientales, energéticos y de sostenibilidad actuales. Este artículo explora cómo la nanotecnología puede potenciar los procesos de biorrefinería mediante el uso de catalizadores nanométricos que incrementan la eficiencia en la conversión de biomasa, así como el papel de los sistemas de nanofiltración para mejorar la calidad de

los biocombustibles y la utilización de nanosensores que permiten un monitoreo preciso de los procesos (Sheldon y Woodley, 2018). La **conversión de biomasa** es el proceso mediante el cual la materia orgánica, como residuos agrícolas, forestales o algas, se transforma en productos útiles, como biocombustibles, energía, químicos y materiales. Este proceso puede implicar diversas tecnologías, como la conversión termoquímica (pirólisis, gasificación o combustión), biológica (fermentación o digestión anaeróbica) o físico-química (extracción y transesterificación de aceites). La conversión de biomasa no solo ofrece una alternativa sostenible a los combustibles fósiles, sino que también contribuye a la economía circular al aprovechar residuos orgánicos y reducir la huella ambiental.

La nanotecnología tiene el potencial de revolucionar las biorrefinerías al introducir catalizadores más efectivos, los cuales pueden acelerar las reacciones químicas, reducir los requerimientos energéticos y aumentar el rendimiento de los productos deseados. Además, los sistemas de nanofiltración pueden ser utilizados para purificar los biocombustibles, eliminando impurezas y mejorando la calidad del producto final, lo que resulta en combustibles más limpios y eficientes. Los nanosensores, por su parte, ofrecen una herramienta avanzada para el monitoreo en tiempo real de las condiciones dentro de la biorrefinería, facilitando la optimización de los procesos y reduciendo los costos operativos.

FIGURA 1. SISTEMA DE INTEGRACIÓN ENTRE LA BIORREFINERÍA, LA NANOTECNOLOGÍA Y LA ENERGÍA LIMPIA



Cuando estos avances tecnológicos se integran en biorrefinerías que aprovechan residuos agroindustriales y marinos, el impacto positivo se multiplica. La producción de energías renovables, como el bioetanol y el biogás, junto con la reducción significativa de residuos y la generación de productos innovadores con valor agregado, son contribuciones claves para la economía circular (Cherubini, 2010). Este enfoque sinérgico permite no solo la producción sostenible de energía, sino también el desarrollo de nuevos materiales y productos que cierran los ciclos de producción, mejorando la eficiencia general del sistema y minimizando el impacto ambiental.

Como se observa en la Figura 1, la sinergia entre estas áreas tecnológicas ofrece un potencial significativo para avanzar hacia un modelo de producción más sostenible y bajo en carbono, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (Serrano, Rus y García Martínez, 2009; Liu *et al.*, 2010).

## BIORREFINERÍA DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES Y MARINOS

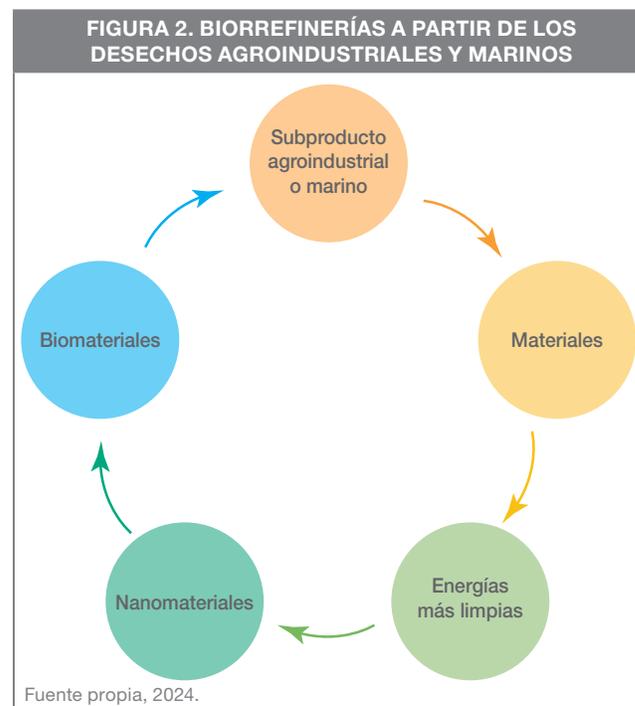
Los desechos agroindustriales, como cáscaras de frutas, tallos y restos de cultivos, así como los residuos marinos, que incluyen algas y biopolímeros derivados de organismos marinos, son materias primas con un potencial significativo para la valorización. Como se observa en la Figura 2, estas biorrefinerías procesan estos materiales para extraer compuestos que puedan utilizarse en diversas industrias, desde la energética hasta la de materiales avanzados como los biomateriales y los nanomateriales.

### Economía circular y sostenibilidad

El uso de subproductos derivados de procesos industriales y biológicos no solo minimiza el impacto ambiental al reducir la cantidad de residuos, sino que también disminuye la dependencia de recursos no renovables. Este enfoque contribuye directamente a los principios de la economía circular, promoviendo la reutilización y el aprovechamiento eficiente de los materiales (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

En particular, las algas desempeñan un papel fundamental en la producción de biocombustibles de tercera generación. Estos biocombustibles representan una alternativa con ventajas significativas en términos de

eficiencia y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en comparación tanto con los combustibles fósiles tradicionales como con los biocombustibles de generaciones anteriores (Prasad, Bhattacharyya y Nguyen, 2017). Al ser altamente productivas y no competir directamente con tierras cultivables destinadas a la producción de alimentos, las algas se posicionan como una opción sostenible y eficiente para la producción de bioenergía (Chew *et al.*, 2018).



El enfoque hacia una economía circular en la producción de biocombustibles no solo implica el aprovechamiento de los residuos, sino también la integración de tecnologías que promuevan ciclos cerrados de materia y energía, maximizando el uso de recursos disponibles y minimizando las pérdidas al medio ambiente. Esto se alinea con la necesidad urgente de cambiar hacia sistemas productivos más sostenibles y resilientes que puedan asegurar el bienestar de las futuras generaciones (Korhonen, Honkasalo y Seppälä, 2018).

### Productos Clave de las Biorrefinerías

#### Biocombustibles

- **Bioetanol y el biogás:** son combustibles renovables generados a partir de biomasa residual mediante procesos fermentativos. Estos

biocombustibles constituyen alternativas sostenibles y viables para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. El bioetanol se produce a partir de la fermentación de azúcares presentes en materiales como residuos agroindustriales, caña de azúcar, maíz y otros cultivos ricos en carbohidratos. Por otro lado, el biogás se obtiene a partir de la digestión anaeróbica de materia orgánica, que incluye desechos agrícolas, estiércol, y restos de alimentos, proceso mediante el cual se genera una mezcla de metano y dióxido de carbono, que puede ser utilizada como fuente de energía limpia y renovable (Demirbas, 2009). La **biomasa residual** se refiere a los materiales orgánicos derivados de residuos agrícolas, forestales, industriales o urbanos que no tienen un uso primario y pueden ser aprovechados como fuente de energía o para la producción de bioproductos. Ejemplos comunes incluyen restos de cultivos, desechos de la industria alimentaria, lodos de depuradoras, residuos de madera y residuos sólidos urbanos biodegradables. Este tipo de biomasa tiene un alto potencial en modelos sostenibles, ya que su valorización permite reducir la generación de residuos, mitigar el impacto ambiental y generar productos como biocombustibles, energía térmica o electricidad, promoviendo la economía circular y la eficiencia en el uso de recursos.

La producción de bioetanol y biogás no solo contribuye a la reducción de las emisiones de carbono, sino que también promueve el aprovechamiento de los residuos orgánicos, aportando a la economía circular y disminuyendo los problemas ambientales asociados con la disposición de dichos residuos (Popp *et al.*, 2014). Además, estos combustibles renovables tienen el potencial de diversificar la matriz energética y aumentar la seguridad energética de las naciones, especialmente en contextos rurales donde la biomasa es abundante (Angelidaki *et al.*, 2018).

- **Biodiésel de Microalgas:** El biodiésel producido a partir de microalgas es un biocombustible avanzado con un enorme potencial para contribuir a la transición hacia fuentes de energía más sostenibles. Las microalgas presentan ventajas

significativas sobre otras fuentes de biomasa debido a su alta productividad y su ciclo de vida corto, lo cual permite una rápida acumulación de lípidos que pueden ser convertidos en biodiésel (Chisti, 2007). A diferencia de los cultivos convencionales utilizados para producir biodiésel, como la soja o la palma de aceite, las microalgas no requieren grandes extensiones de tierra ni compiten con la producción de alimentos, lo que mejora su perfil ambiental y minimiza el impacto sobre la seguridad alimentaria (Liu *et al.*, 2010; Mata *et al.*, 2010).

El cultivo de microalgas también ofrece la posibilidad de utilizar aguas residuales como medio de crecimiento, lo cual no solo reduce los costos de producción, sino que también contribuye al tratamiento de efluentes y a la mitigación de la contaminación (Rawat *et al.*, 2011). Además, el CO<sub>2</sub> necesario para el crecimiento de las microalgas puede ser capturado de fuentes industriales, ayudando a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Brennan y Owende, 2010). Estos factores permiten que el biodiésel de microalgas sea una opción atractiva en la búsqueda de alternativas energéticas sostenibles que no solo reduzcan la dependencia de combustibles fósiles, sino que también aporten al mejoramiento ambiental.

### Bioplásticos

- **Polímeros Biodegradables:** Los polímeros biodegradables, también conocidos como bioplásticos, representan una alternativa prometedora para reducir la dependencia de los plásticos convencionales derivados del petróleo y mitigar los problemas asociados con la contaminación plástica. Estos materiales se producen a partir de fuentes renovables como el almidón, el ácido poliláctico (PLA), y otros polímeros naturales, lo que permite que se degraden de forma más rápida y con menor impacto ambiental en comparación con los plásticos tradicionales (Mazari *et al.*, 2021; Hottle *et al.*, 2017). La producción de bioplásticos contribuye a la reducción de la huella de carbono y ofrece una solución más sostenible en aplicaciones donde los plásticos de

un solo uso son inevitables, como en empaques, utensilios desechables y ciertos dispositivos médicos (Van den Oever *et al.*, 2017).

Además, los polímeros biodegradables presentan un gran potencial para la implementación de la economía circular, ya que se pueden integrar en ciclos de reciclaje biológico, transformándose en compost o utilizándose para la producción de biogás a través de la digestión anaeróbica (Kale *et al.*, 2007). Esto facilita la reincorporación de materiales al ciclo productivo y reduce la acumulación de residuos en el ambiente. A medida que la tecnología avanza y los procesos de producción de bioplásticos se optimizan, se espera que estos materiales puedan competir en costo y rendimiento con los plásticos convencionales, aumentando así su adopción a nivel global (Philp *et al.*, 2013). La producción de bioplásticos a partir de fuentes renovables permite la creación de materiales que se degradan más rápidamente que los plásticos convencionales derivados del petróleo. Estos bioplásticos se usan en aplicaciones como empaques, utensilios de un solo uso y dispositivos médicos, reduciendo significativamente la huella de carbono y la contaminación plástica (Mazari *et al.*, 2021).

### **Biomateriales avanzados**

- **Aplicaciones médicas y de construcción:** Los biomateriales desarrollados a partir de fuentes renovables tienen múltiples aplicaciones, desde matrices para la liberación controlada de medicamentos hasta materiales de construcción sostenibles. La investigación en este campo se centra en mejorar sus propiedades, como la durabilidad y la capacidad de biodegradación, además de su funcionalidad en términos de liberación controlada de agentes terapéuticos (Parveen *et al.*, 2012).

## **NANOTECNOLOGÍA APLICADA A LA BIORREFINERÍA**

La nanotecnología desempeña un papel fundamental en la optimización de los procesos de biorrefinería y en el desarrollo de productos innovadores. Entre las principales aplicaciones se incluyen:

- **Catalizadores nanométricos:** Los catalizadores a escala nanométrica mejoran la eficiencia y selectividad en los procesos de conversión de biomasa, favoreciendo reacciones más limpias y eficientes. Los catalizadores basados en nanopartículas de metales nobles, como el platino y el paladio, han demostrado ser particularmente efectivos para mejorar las tasas de conversión y la eficiencia energética (Zhang *et al.*, 2008).
- **Purificación y nanofiltración para Purificación:** Tecnologías de filtrado a escala nanométrica permiten la purificación eficiente de biocombustibles y biopolímeros, mejorando la calidad del producto final y reduciendo la presencia de impurezas. Los sistemas de nanofiltración, como las membranas de nanocompuestos, han mostrado una alta selectividad y resistencia química, lo que las hace ideales para aplicaciones industriales (Etheridge *et al.*, 2013).
- **Monitoreo y sensorización Avanzada:** Los nanosensores permiten el monitoreo en tiempo real de variables críticas durante los procesos de biorrefinería, mejorando el control y la eficiencia general del sistema. Los sensores basados en nanotubos de carbono y nanopartículas metálicas pueden detectar cambios mínimos en la composición de la biomasa, facilitando ajustes precisos durante la producción (Wagner *et al.*, 2006).

## **NANOMATERIALES EN LA BIORREFINERÍA**

En este contexto, los nanomateriales también desempeñan un papel crucial:

- **Nanopartículas Metálicas:** Utilizadas como catalizadores heterogéneos para reacciones de hidrólisis y transesterificación, mejorando la cinética y eficiencia de los procesos. Las nanopartículas de óxidos metálicos, como el óxido de zinc y el óxido de titanio, han sido particularmente eficaces en la mejora de la eficiencia de conversión de biomasa en biocombustibles (Fadeel y Garcia-Bennett, 2010). La **transesterificación** es un proceso químico mediante el cual un triglicérido (como los aceites vegetales o grasas animales) reacciona con un alcohol (generalmente metanol o etanol) en presencia de un catalizador (ácido o base) para formar ésteres y

glicerol. Este método es ampliamente utilizado en la producción de **biodiésel**, un combustible renovable y biodegradable que puede sustituir al diésel derivado del petróleo.

- **Nanofibras y Nanotubos de Carbono:** Empleados como refuerzos en biomateriales, proporcionando mejoras significativas en resistencia mecánica y estabilidad térmica. Además, las nanofibras de celulosa han mostrado un gran potencial como refuerzos en polímeros biodegradables, creando materiales compuestos de alta resistencia y biodegradabilidad (Peer *et al.*, 2007).
- **Nanocelulosa:** Un nanomaterial derivado de biomasa vegetal que se utiliza en aplicaciones de gran diversidad, como el desarrollo de biocomposites, textiles y dispositivos médicos avanzados. La nanocelulosa presenta propiedades mecánicas superiores y es utilizada para mejorar la estructura y funcionalidad de productos como papel y empaques sostenibles (Liu *et al.*, 2010).

## ENERGÍA LIMPIA Y SU SINERGIAS CON LA NANOTECNOLOGÍA Y LA BIORREFINERÍA

Las biorrefinerías contribuyen significativamente al desarrollo de energías limpias mediante la producción de biogás, bioetanol y otros combustibles avanzados, como el hidrógeno. La nanotecnología potencia estas soluciones al permitir:

- **Celdas solares con nanomateriales:** La incorporación de materiales nanoestructurados mejora la eficiencia de conversión fotovoltaica, permitiendo una mayor captación de luz y una mayor eficiencia cuántica. Las perovskitas –clase de materiales con una estructura cristalina específica, típicamente descrita por la fórmula general  $ABX_3$ , donde “A” y “B” son cationes y “X” es un anión, comúnmente oxígeno o haluros– a nanoescala han emergido como una de las tecnologías más prometedoras para incrementar la eficiencia de las celdas solares de manera significativa (Prasad, Bhattacharyya y Nguyen, 2017). Un ejemplo concreto de implementación es el uso de perovskitas en celdas solares híbridas, las cuales han logrado eficiencias superiores al 25% en condiciones de laboratorio. Estas celdas ofrecen la ventaja de ser más económicas de producir

en comparación con las celdas solares tradicionales basadas en silicio, lo que podría facilitar una adopción más amplia a nivel comercial.

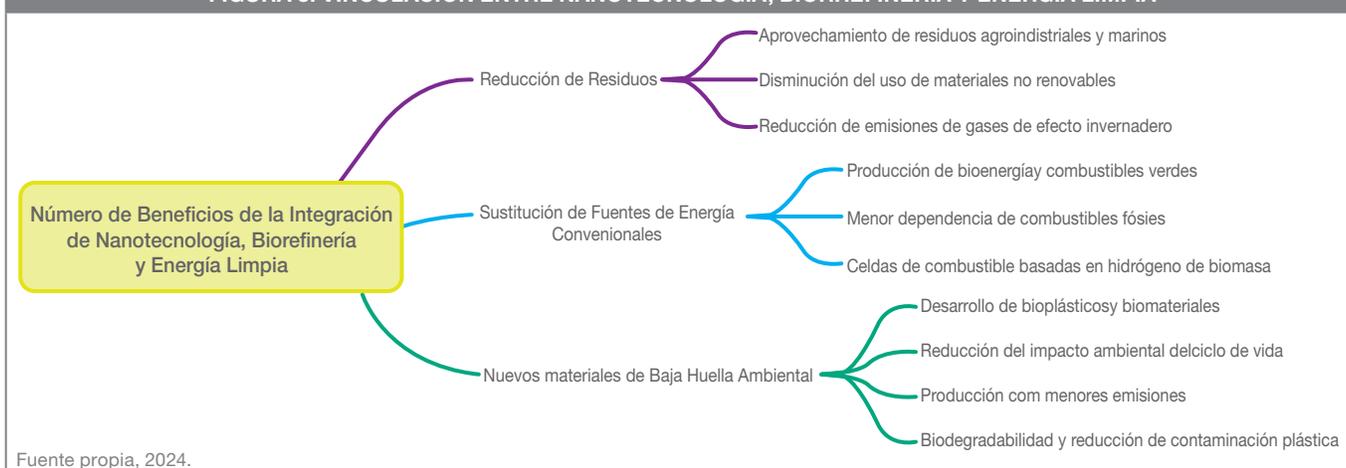
- **Almacenamiento Avanzado de Energía:** El desarrollo de supercondensadores basados en nanomateriales permite una mayor capacidad de almacenamiento y una liberación rápida de energía, lo cual es esencial para la integración de fuentes renovables en la red eléctrica. Los supercondensadores con electrodos de grafeno están siendo ampliamente (Serrano, Rus y García Martínez, 2009; Liu *et al.*, 2010).

## BENEFICIOS DE LA INTEGRACIÓN DE NANOTECNOLOGÍA, BIORREFINERÍA Y ENERGÍA LIMPIA

La integración de nanotecnología, biorrefinería y energía limpia proporciona beneficios claros (Figura 3):

- **Reducción de residuos:** El aprovechamiento de residuos agroindustriales y marinos reduce la contaminación y promueve la generación de valor agregado a partir de subproductos. Además, contribuye a la reducción del uso de materiales no renovables y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (Cherubini, 2010; Pang, 2019; Takkellapati, Li y González, 2018).
- **Sustitución de fuentes de energía convencionales:** La producción de bioenergía y combustibles verdes ayuda a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, mitigando así las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso de tecnologías avanzadas, como celdas de combustible basadas en hidrógeno producido a partir de biomasa, se perfila como una alternativa viable a mediano plazo (Serrano, Rus y García Martínez, 2009; Liu *et al.*, 2010).
- **Nuevos materiales de baja huella ambiental:** Los bioplásticos y biomateriales desarrollados con el apoyo de la nanotecnología permiten reducir el impacto ambiental asociado al ciclo de vida de los materiales, promoviendo una transición hacia productos más sostenibles y menos dependientes de derivados del petróleo (Santana Cabello *et al.*, 2020; Díaz Marcos *et al.*, 2021). Estos materiales también pueden contribuir de manera significativa a la reducción de la huella

FIGURA 3. VINCULACIÓN ENTRE NANOTECNOLOGÍA, BIORREFINERÍA Y ENERGÍA LIMPIA



de carbono a nivel global, ya que su producción genera menos emisiones en comparación con los materiales tradicionales. Además, los bioplásticos y biomateriales suelen ser biodegradables, lo cual minimiza la acumulación de desechos plásticos y ayuda a disminuir la contaminación ambiental a largo plazo.

- **Sustitución de fuentes de energía convencionales:** La producción de bioenergía y combustibles verdes ayuda a reducir la dependencia de los combustibles fósiles, mitigando así las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso de tecnologías avanzadas, como celdas de combustible basadas en hidrógeno producido a partir de biomasa, se perfila como una alternativa viable a mediano plazo (Liu *et al.*, 2010).
- **Nuevos materiales de baja huella ambiental:** Los bioplásticos y biomateriales desarrollados con el apoyo de la nanotecnología permiten reducir el impacto ambiental asociado al ciclo de vida de los materiales, promoviendo una transición hacia productos más sostenibles y menos dependientes de derivados del petróleo (Camacho Elizondo *et al.*, 2022; Vega-Baudrit y Vargas Solórzano, 2024).

## DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTAS TECNOLOGÍAS

A pesar de sus numerosos beneficios, la implementación de estas tecnologías presenta importantes desafíos (Figura 4):

- **Escalabilidad:** Los procesos actuales requieren mayor optimización para alcanzar viabilidad económica a gran escala, lo cual implica una inversión considerable en I+D (Investigación y desarrollo). La eficiencia en la cadena de producción debe mejorarse para competir con tecnologías tradicionales (Zhang *et al.*, 2008). Además, la integración de nuevas tecnologías y la adaptación de infraestructura existente presentan desafíos logísticos y económicos que deben superarse para alcanzar una adopción generalizada (Velázquez *et al.*, 2022; Eixenberg *et al.*, 2024).
- **Regulación y costos:** La falta de marcos regulatorios específicos para nanomateriales y biorefinería, así como los elevados costos iniciales, son barreras significativas. Se necesitan políticas que promuevan la inversión en tecnologías emergentes y regulaciones claras para la producción y uso de nanomateriales (Fadell y Garcia-Bennett, 2010). Además, la colaboración entre gobiernos, sector privado e instituciones académicas es crucial para desarrollar marcos regulatorios que incentiven la innovación sin comprometer la seguridad (Vega-Baudrit *et al.*, 2024; Vega-Baudrit *et al.*, 2023).
- **Evaluación del Impacto Ambiental:** Aún se requiere más investigación sobre los efectos potenciales de los nanomateriales a largo plazo en el medio ambiente y la salud humana. Es esencial establecer protocolos de evaluación de riesgos para prevenir posibles consecuencias negativas (Etheridge *et al.*, 2013). La evaluación del ciclo

FIGURA 4. DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA



de vida (LCA, por sus siglas en inglés) de los procesos y productos también es fundamental para garantizar que las soluciones desarrolladas sean realmente sostenibles y no introduzcan nuevos problemas ambientales (Hischier y Walser, 2012).

- **Aceptación pública y ética:** La aceptación pública de las nuevas tecnologías también puede ser un obstáculo. La falta de conocimiento sobre los beneficios y riesgos de la nanotecnología puede generar escepticismo. Las campañas de concientación y educación son fundamentales para fomentar la aceptación pública y para garantizar que las aplicaciones se desarrollen de manera ética y con el respaldo de la sociedad (Vega-Baudrit *et al.*, 2024).

### CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La integración de biorrefinería, nanotecnología y energía limpia constituye un enfoque multidisciplinario fundamental para la transición hacia una economía baja en carbono y más sostenible. Estos campos

combinados ofrecen el potencial de reducir la dependencia de combustibles fósiles, impulsar la innovación en energías renovables y promover la economía circular mediante el uso eficiente de recursos naturales y la valorización de residuos.

En el futuro, la nanotecnología continuará siendo un catalizador clave en la mejora de la eficiencia y efectividad de los procesos de biorrefinería. Las aplicaciones de la nanotecnología en la producción y almacenamiento de energía también seguirán expandiéndose, con avances notables en materiales nanoestructurados, como las perovskitas, que están impulsando la eficiencia de las celdas solares. Asimismo, la investigación en supercondensadores y baterías de alta capacidad se beneficiará significativamente de los desarrollos en nanomateriales avanzados, como el grafeno y los nanotubos de carbono.

Para que estas tecnologías alcancen un impacto transformador, será necesaria una inversión sostenida en investigación y desarrollo (I+D), así como políticas gubernamentales sólidas que respalden su implementación. La cooperación internacional será esencial para compartir conocimiento, recursos y mejores prácticas

que favorezcan la adopción global de estas innovaciones. A nivel local y regional, la implementación exitosa dependerá de la capacidad de adaptar las tecnologías a las necesidades específicas y de garantizar que las infraestructuras y capacidades técnicas estén alineadas con las exigencias de estas nuevas tecnologías.

Las acciones prioritarias incluyen aumentar la inversión en I+D para mejorar la eficiencia y viabilidad económica de estas tecnologías, desarrollar políticas claras que promuevan la innovación sin comprometer la seguridad ambiental, y fomentar la educación y concienciación pública para garantizar una adopción social adecuada. La educación y la cooperación serán fundamentales para maximizar el impacto de estas tecnologías y asegurar su integración efectiva en la sociedad.

La educación y la concienciación pública desempeñan un papel fundamental en la adopción social de la nanotecnología y la biorrefinería. El compromiso con campañas educativas y la transparencia en la

comunicación sobre riesgos y beneficios contribuirán a aumentar la aceptación pública y, a su vez, acelerarán la implementación de estas tecnologías. De igual manera, es importante abordar consideraciones éticas y asegurar que las aplicaciones desarrolladas respeten los valores sociales y promuevan el bienestar humano y ambiental.

Con una inversión adecuada y políticas de apoyo, estas tecnologías tienen el potencial de contribuir a una verdadera revolución verde, abriendo nuevas oportunidades para la innovación en biotecnología, la generación de energía limpia y la mitigación del cambio climático. En última instancia, la integración de biorrefinería, nanotecnología y energía limpia permitirá avanzar hacia un modelo de producción y consumo más sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, asegurando un futuro más limpio, eficiente y equitativo para las próximas generaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelidaki, I., Treu, L., Tsapekos, P., Luo, G., Campanaro, S., Wenzel, H., y Kougiyas, P. G. (2018). Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives. *Biotechnology Advances*, 36(2): 452-466. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.01.011>
- Brennan, L., y Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae –A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2): 557-577. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.009>
- Camacho-Elizondo, M., Batista-Menezes, D., Mora-Bolaños, R., Vega-Baudrit, J.R. y Montes de Oca-Vásquez, G. (2022). Nanotechnology diffusion strategy: interdisciplinary teaching to primary school teachers. *Uniciencia*, 36(1): 1-13, January-December. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.3>
- Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 51(7), 1412-1421. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.01.015>
- Chew, K. W., Yap, J. Y., Show, P. L., Suan, N. H., Juan, J. C., Ling, T. C., y Lee, D. J. (2018). Microalgae biorefinery: High value products perspectives. *Bioresource Technology*, 255: 290-300. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.01.006>
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, 25(3): 294-306. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>
- Demirbas, A. (2009). Biofuels securing the planet's future energy needs. *Energy Conversion and Management*, 50(9): 2239-2249. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.05.010>
- Díaz Marcos, J., Cruz Gonzáles, B., Méndez Rojas, M., Poleri, A., Vega-Baudrit, J.R., Guimerá, G., Serena, P. (2021). El Reto de divulgar las nanotecnologías: casos de éxito. En: *Libro blanco de las nanotecnologías. Una visión ético-social ante los avances de la nanociencia y la nanotecnología* (pp. 294-323). Thomson Reuters Aranzadi.
- Eixenberger, D., Carballo-Arce, AF., Vega-Baudrit, JR. *et al.* Tropical agroindustrial biowaste revalorization through integrative biorefineries—review part II: pineapple, sugarcane and banana by-products in Costa Rica. *Biomass Conv. Bioref.* 14, 4391-4418 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02721-9>
- Etheridge, M. L., Campbell, S. A., Erdman, A. G., Haynes, C. L., Wolf, S. M., y McCullough, J. (2013). The big picture on nanomedicine: The state of investigational and approved nanomedicine products. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 9(1), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2012.05.013>
- Fadeel, B., y Garcia-Bennett, A. E. (2010). Better safe than sorry: Understanding the toxicological properties of inorganic nanoparticles manufactured for biomedical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 62(3), 362-374 <https://doi.org/10.1016/j.addr.2009.11.008>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Hischier, R., y Walser, T. (2012). Life cycle assessment of engineered nanomaterials: State of the art and strategies to overcome existing gaps. *Science of the Total Environment*, 425, 271-282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.001>
- Hottle, T. A., Bilec, M. M., y Landis, A. E. (2017). Sustainability assessments of bio-based polymers. *Polymers*, 9(4), 189. <https://doi.org/10.3390/polym9040189>
- Kale, G., Kijchavengkul, T., Auras, R., Rubino, M., Selke, S. E. M., y Singh, S. P. (2007). Compostability of bioplastic packaging materials: An overview. *Macromolecular Bioscience*, 7(3), 255-277. <https://doi.org/10.1002/mabi.200600168>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Liu, C., Burghaus, U., Besenbacher, F., y Wang, Z. (2010). Preparation and characterization of nanomaterials for sustainable energy production. *ACS nano*, 4 10, 5517-26. <https://doi.org/10.1021/nn102420c>.
- Mata, T. M., Martins, A. A., y Caetano, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 217-232. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.020>
- Mazari, S., Ali, E., Abro, R., Khan, F., Ahmed, I., Ahmed, M., Nizamuddin, S., Siddiqui, T., Hossain, N., Mubarak, N., y Shah, A. (2021). Nanomaterials: Applications, waste-handling, environmental toxicities, and future challenges – A review. *Journal of environmental chemical engineering*, 9, 105028. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105028>

- Pang, S. (2019). Advances in thermochemical conversion of woody biomass to energy, fuels and chemicals. *Biotechnology advances*, 37 4, 589-597. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.004>
- Parveen, S., Misra, R., y Sahoo, S. K. (2012). Nanoparticles: A boon to drug delivery, therapeutics, diagnostics, and imaging. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 8(2), 147-166. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2011.05.016>
- Peer, D., Karp, J. M., Hong, S., Farokhzad, O. C., Margalit, R., y Langer, R. (2007). Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy. *Nature Nanotechnology*, 2(12), 751-760. <https://doi.org/10.1038/nnano.2007.387>
- Philp, J. C., Ritchie, R. J., y Guy, K. (2013). Biobased plastics in a bioeconomy. *Trends in Biotechnology*, 31(2), 65-67. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.11.009>
- Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rósz, M. y Fórián, Z. (2014). The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 559-578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.056>
- Prasad, R., Bhattacharyya, A. y Nguyen, Q. (2017). Nanotechnology in Sustainable Agriculture: Recent Developments, Challenges, and Perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01014>
- Rawat, I., Ranjith Kumar, R., Mutanda, T., & Bux, F. (2011). Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy*, 88(10), 3411-3424. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.025>
- Santana Cabello, R., Vega-Baudrit, J., Zuluaga, R., y Gañán, P. (2020). Statistical Approach to Regulation of Nanotechnology: Need, Advantages and Disadvantages. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 11, 14-32. <https://doi.org/10.4236/jbnb.2020.111002>
- Serrano, E., Rus, G., y García-Martínez, J. (2009). Nanotechnology for sustainable energy. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 13, 2373-2384. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2009.06.003>
- Sheldon, R. A., y Woodley, J. M. (2018). Role of biocatalysis in sustainable chemistry. *Chemical Reviews*, 118(2), 801-838. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00203>
- Takkellapati, S., Li, T., y Gonzalez, M. (2018). An overview of biorefinery-derived platform chemicals from a cellulose and hemicellulose biorefinery. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20, 1615-1630. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1568-5>
- Van den Oever, M., Molenveld, K., van der Zee, M., y Bos, H. (2017). Bio-based and biodegradable plastics: Facts and figures. *Wageningen Food & Biobased Research*, 1-66. <https://doi.org/10.18174/408350>
- Vega Baudrit, J. R.; Murrell, M.; Campos, A. y Cordero, C. (2024). Consideraciones de los desafíos legales y éticos en la ingeniería de tejidos y dispositivos médicos: perspectivas y estrategias para una innovación responsable en Life Sciences. *LOGOS*, 5(2): 72-88. <https://dspace.ulead.ac.cr/handle/123456789/281>
- Vega Baudrit, J. y Vargas-Solórzano, M. (2024). Impulso del desarrollo económico y científico a través de la nanotecnología y promoviendo la paz y la seguridad con diplomacia científica: El papel estratégico de Costa Rica en la era nanotecnológica. *LOGOS*, 5(1): 14-22
- Vega-Baudrit, J., Camacho, M., Araya, A., León, H., (2024). *Evaluation of Public Perceptions on Nanotechnology Regulation in Costa Rica*, *Science and Public Policy*. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae042>
- Vega-Baudrit, J.R., Camacho, M., Araya, A., y Camacho, M. (2023). Regulación de la nanotecnología: garantizando la innovación responsable y segura en el avance de la ciencia y tecnología. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 10(2), 177-191. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v10i2.1581>
- Velázquez, M.E., Ferreiro-Balbuena, O.M., Batista Menezes, D., Corrales-Ureña, Y., Vega-Baudrit, J.R., Rivaldi-Chávez, J.D., (2022). Nanocellulose extracted from residual agro-industrial biomass in Paraguay: Preparation, physicochemical and morphological characterization. *Sustainability*, 14, 18. <https://doi.org/10.3390/su141811386>
- Wagner, V., Dullaart, A., Bock, A. K., y Zweck, A. (2006). The emerging nanomedicine landscape. *Nature Biotechnology*, 24(10), 1211-1217. <https://doi.org/10.1038/nbt1006-1211>
- Zhang, L., Gu, F. X., Chan, J. M., Wang, A. Z., Langer, R. S., y Farokhzad, O. C. (2008). Nanoparticles in medicine: Therapeutic applications and developments. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 83(5), 761-769. <https://doi.org/10.1038/sj.clpt.6100400>





# ¿POR QUÉ ES NECESARIO APOYAR A LAS MICROEMPRESAS?

Recibido: 21 noviembre, 2024 • Revisado: 02 diciembre, 2024 • Aceptado: 20 diciembre, 2024

Emilio Zevallos Vallejos

## RESUMEN

Las microempresas son el segmento más numeroso del universo empresarial tanto en los países desarrollados como en desarrollo. Sin embargo, también es el conjunto de unidades económicas de mayor precariedad laboral y empresarial. Es probablemente por esa razón que con frecuencia las políticas de apoyo a estas unidades económicas vienen desde el lado social y bajo esquemas asistencialistas. Esta visión es probablemente la que mantiene a la microempresa en esa situación de subsistencia. Estudios en el pasado han señalado que, del segmento microempresarial, al menos un 25% tiene opción de desarrollo, de forma que es probable que pasarán a ser pequeñas, medianas e incluso grandes empresas. Lograr este comportamiento no solo fortalecería el tejido empresarial, sino también mejoraría la calidad del empleo e ingreso, así como una mayor descentralización de ambas variables, dada la mayor dispersión territorial de estas empresas. Lo anterior mejoraría la recaudación impositiva y facilitaría a los trabajadores el acceso a la seguridad social y una pensión. Finalmente, por el bajo nivel tecnológico de estas empresas, el fortalecimiento del empleo tendría impacto en la mejora de la productividad.

**Palabras clave:** Microempresas, Empleo, Productividad, Ingreso.

## ABSTRACT

Microenterprises are the largest piece of the business universe in both developed and developing countries. However, they are also the most precarious group of economic units in terms of labor and business. It is probably for this reason that policies to support these economic units often come from the social side and under welfare schemes. This vision is probably what keeps microenterprises in this subsistence situation. Studies in the past have indicated that at least 25% of the microenterprise segment has the option of development, so that it is likely that they will become small, medium and even large enterprises. Achieving this behavior would not only strengthen the business structure but would also improve the quality of employment and income, as well as a greater decentralization of both variables, given the greater territorial dispersion of these economic units. This would improve tax collection and facilitate workers' access to social security and pensions. Finally, given the low technological level of these enterprises, strengthening employment would have an impact on improving productivity.

**Keywords:** Microenterprises, Employment, Productivity, Income.

Emilio Zevallos Vallejos es Investigador, consultor y docente universitario en LEAD University.

## INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMEs)<sup>1</sup> son desde hace muchos años objeto de estudio y diseño de políticas tanto por parte de investigadores como de gobiernos de los países tanto en desarrollo como desarrollados, así como de organismos internacionales. La razón histórica de su interés ha sido su gran número (alrededor del 99% de todas las unidades económicas), su aportación al empleo, al crecimiento económico, entre otros. Sin embargo, a pesar del largo tiempo dedicado a su estudio y propuestas de política, los resultados no han sido los deseados. En las economías de los países en desarrollo (sobre todo, pero no únicamente), coexisten una enorme proporción de empresas de menor tamaño (básicamente microempresas) cuya masa laboral cuenta con bajos niveles de calificación, dedicada a labores básicas en sectores tradicionales y de baja productividad, y muchas veces con liderazgos carentes de competencias básicas para el desarrollo empresarial. Y al mismo tiempo, existe una pequeña proporción de empresas altamente competitivas e integradas a los mercados internacionales. Lamentablemente, no se ha logrado impregnar del dinamismo económico que caracteriza a las empresas más grandes a los segmentos más pequeños del universo empresarial. Una de las principales razones de los magros resultados de las políticas MIPYME tiene que ver con la presencia de políticas uniformes para las MIPYMEs cuando cada uno de sus componentes (micro, pequeñas y medianas empresas), son distintos, y por tanto requieren de tratamientos y acciones selectivas.

Estudios como los de la Comisión europea (European Commission, 2023), han mostrado que los aportes a la economía de estos segmentos empresariales son muy variados, siendo que las pequeñas y

medianas empresas tienden a aportar más a la economía (empleo, inversión y PIB), que la microempresa. Ello a pesar de que el número de microempresas puede ser 15 o más veces superior que el número de pequeñas y medianas empresas juntas, como se ve en el cuadro 1.

Cabe destacar que las microempresas en la Unión Europea representan el 93,5% de todas las unidades económicas, pero solo 29,4% del empleo y 18% del valor agregado. Las pequeñas y medianas empresas juntas, representaron poco más del 6% del universo empresarial, pero aportaron el casi el 35% del empleo y más del 33% del valor agregado de la economía.

Para el caso de América Latina, Dini y Stumpo (2020), señalan que, la microempresa representaba el 88,4% de todas las empresas de la región, pero su aportación al empleo era de solo el 27%, mientras que las pequeñas y medianas empresas juntas representaron más del 11% del universo empresarial y aportaron el 34% del empleo. Ello se observa en el cuadro 2 a continuación.

**CUADRO 2: DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS Y EL EMPLEO POR TAMAÑO EN AMÉRICA LATINA, 2016**

	Distribución de las empresas según tamaño	Participación de las empresas en el empleo
Microempresa	88,4%	27%
Pequeña empresa	9,6%	20%
Mediana empresa	1,5%	14%
Gran empresa	0,5%	39%

Fuente: Dini y Stumpo, (2020).

De ahí la importancia de entender que cada segmento empresarial es un universo distinto, y por tanto, la necesidad de trabajar con ellos de forma separada, entender su dinámica y los elementos que pueden potenciar su desarrollo o estancamiento.

**CUADRO 1: APORTE DE LAS EMPRESAS A LA ECONOMÍA DE LA UNIÓN EUROPEA POR TAMAÑO DE EMPRESA, 2023**

	Número de Empresas	%	Número de Personas Empleadas	%	Valor Agregado (Billones de Euros)	%
Micro	22'744.173	93,5	38'790.351	29,4	1419,4	18,6
Pequeña	1'332.200	5,5	25'602.334	19,4	1259,8	16,5
Mediana	204.786	0,8	20'493.722	15,5	1266,5	16,6
Gran	43.112	0,2	46'918.978	35,6	3673,8	48,2
TOTAL	24'324.271	100	131'805.385	100	7619,6	100

Fuente: European Commission, (2023). Annual Report on European SMEs 2022/2023.

<sup>1</sup> Mipymes significa "micro, pequeñas y medianas empresas", aunque con mucha frecuencia se mencionan indistintamente como pymes (pequeñas y medianas empresas) e incluso mypes (micro y pequeñas empresas).

## MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

De la información recogida, la microempresa representa, por lejos, el segmento empresarial más grande del universo de empresas sea en países desarrollados o en desarrollo. En el caso particular de la microempresa, siendo el grupo más numeroso de empresas en la región, cuenta con un muy reducido tamaño promedio. De hecho, OLACD (2008) señala que, en Latinoamérica, la microempresa no supera –en promedio– los 2 trabajadores. Su reducido tamaño hace que el segmento microempresarial, a pesar de su gran número, aporte relativamente poco a la economía.

El aporte al empleo o al PIB de la microempresa no alcanzan a ser superiores al 20%, mientras que la combinación entre pequeñas y medianas empresas puede estar por encima del 30%. Esta información permite señalar que cada segmento empresarial se distingue por su manifiesta heterogeneidad: desde los sectores en los que se involucran, el nivel educativo de empleador y trabajadores, experiencia empresarial, calidad del empleo, ingresos, etc.

La razón por la cual es importante trabajar con el segmento microempresarial, es porque es el numéricamente más grande, el más disperso territorialmente, y el que genera el mayor aporte al empleo de subsistencia (de hecho, se le considera como el “seguro de desempleo” de los países en desarrollo). Pero por esas mismas razones, es el que tiene mayor posibilidad de generar un impacto más descentralizado en el empleo, los ingresos y el desarrollo local (Henríquez; 2009) si es posible apuntalar su desempeño para mejorar su productividad y competitividad, posibilitando que el empleo que genere ya no sea de subsistencia, sino que pueda acercarse cada vez más al concepto de empleo decente de la OIT<sup>2</sup>. Por su pequeño tamaño y bajo desarrollo tecnológico, cualquier mejora en el stock de capital o incremento en el empleo implicaría en un salto importante en su productividad. Al mismo tiempo, por su dispersión geográfica, favorecería la mejora en el empleo e ingreso en los territorios, reduciendo la brecha entre las zonas urbanas y rurales.

Además, se ha observado que las políticas orientadas a la microempresa vienen cubiertas con un velo de política social (casos como las políticas de apoyo al emprendimiento del IMAS, la existencia del SINIRUBE, las políticas de fomento del INAMU muestran ese sesgo)<sup>3</sup>, que en muchos casos lo que hace es persistir en un enfoque de subsistencia, cuando lo que se necesita es entenderlas como una unidad productiva y fortalecer su productividad, y, por tanto, su competitividad.

En sí mismas, el aporte de las microempresas a la economía se da fundamentalmente por el número de empresas o bien su rol en la creación de empleo (que funciona en la práctica como el seguro de desempleo de los países en desarrollo), además de la descentralización tanto del empleo como del ingreso por su dispersión territorial. La propuesta es identificar los elementos que pueden potenciar el crecimiento y la consolidación del segmento microempresarial, y orientarlo hacia un empleo decente, para fortalecer el tejido empresarial más numeroso y de mayor heterogeneidad de los países, y aunque no crezcan en términos de empleo, si lo harán respecto de las condiciones del mismo, dejando de ser el seguro de desempleo de las economías de menores ingresos y desarrollando un segmento microempresarial sólido y competitivo.

### Avanzar hacia el fortalecimiento de las microempresas

La información mostrada en los cuadros previos muestra que a pesar de que la microempresa representa la proporción más grande de unidades económicas, su reducido tamaño (en el caso de la Unión Europea es de 1,7 trabajadores en la microempresa –cuadro 1–, similar número al señalado por OLACD; 2008), le da pocas opciones de crecimiento e innovación, por lo que sus posibilidades de desarrollo son limitadas. El contar con un muy reducido número de trabajadores (en la mayor parte de los casos, son unidades económicas de carácter unipersonal –cuentapropistas<sup>4</sup>–), les imposibilita la delegación de tareas y con ello, sus posibilidades de

<sup>2</sup> “El trabajo decente sintetiza las aspiraciones de las personas durante su vida laboral. Significa la oportunidad de acceder a un empleo productivo que genere un ingreso justo, la seguridad en el lugar de trabajo y la protección social para todos, mejores perspectivas de desarrollo personal e integración social, libertad para que los individuos expresen sus opiniones, se organicen y participen en las decisiones que afectan sus vidas, y la igualdad de oportunidades y trato para todos, mujeres y hombres”. <https://www.ilo.org/es/temas/trabajo-decente#:~:text=Significa%20la%20oportunidad%20de%20acceder,organicen%20y%20participen%20en%20las>

<sup>3</sup> Por ejemplo, ver formularios de FOMUJERES (en <https://www.inamu.go.cr/web/inamu/fomuujeres-actualizacion>), o bien revisar las condiciones de los emprendimientos productivos individuales del IMAS (<https://www.imas.go.cr/es/beneficios/emprendimiento-productivo-individual-0>), para mayor claridad.

<sup>4</sup> De acuerdo con la Real Academia Española, hace referencia a la persona que, sin ser comerciante o profesional, vive de su propio negocio. <https://dle.rae.es/cuentapropista?m=form>

orientarse al crecimiento son mucho menores respecto de mantenerse en condición de subsistencia.

Para ello debemos entender que las definiciones empresariales se asocian al empleo, las ventas (volumen de negocios), los activos o la inversión; y solo en contados casos –como el de Costa Rica– por combinaciones de variables. De esta forma, la microempresa en Latinoamérica por lo general se define como una unidad económica con menos de 10 trabajadores (en algunos países hasta 5 trabajadores). Viendo los cuadros 1 y 2 es posible señalar que la microempresa es el segmento más numeroso, pero no por ello, quien más contribuye al empleo, ingreso o valor agregado de la economía.

En ese sentido, investigaciones de la OCDE (1997) y Zevallos (2000) han mostrado que, dentro del segmento microempresarial, existe un conjunto de unidades económicas que tendrían no solo el deseo, sino el potencial de dar el paso hacia la pequeña, mediana o eventualmente gran empresa. En ambos estudios, uno para el caso de los países de la OCDE y el otro para México, existirían al menos un 25% de microempresas que serían capaces de pasar la barda de la microempresa y crecer por encima de ella. Si ello fuera posible, el incorporar al menos a un 25% de unidades económicas a segmentos de empresa como la pequeña o mediana empresa implicaría no solo una mejora significativa en la calidad del empleo (condiciones e ingresos), sino también en las posibilidades de las empresas de formalizarse, pagar impuestos y seguridad social, y por tanto, mejorar las oportunidades de la economía para aportar empleos de calidad en segmentos empresariales más pequeños que la gran empresa.

### Identificando el peso de la cuenta propia en el mundo de las microempresas

Las microempresas son, por un lado, el segmento empresarial más numeroso, pero al mismo tiempo, el de mayor precariedad laboral y salarial, y en donde la mayor parte de su masa laboral la componen trabajadores por cuenta propia (en las propias definiciones por segmentos empresariales, la microempresa cuenta desde un trabajador –considerado cuentapropista o independiente– hasta 5 o 10 trabajadores, dependiendo del país). Por ello, si este segmento contara con opciones de

crecimiento, podrían facilitar **no solo mejorar la calidad del empleo**, sino también **las posibilidades de crecimiento de las microempresas**, bajo tres escenarios:

1. trabajadores por cuenta propia optan por abandonar la condición de microempresa y buscan empleo en el mercado laboral formal, mejorando la calidad de su empleo (aunque suponga salir del mundo de la empresa como protagonista),
2. trabajadores por cuenta propia optan por consolidar su actividad microempresarial, pasando de cuentapropista a contratar colaboradores (opción hacia el crecimiento y eventualmente, la formalización),
3. microempresas buscan consolidar su estrategia empresarial, sea por el lado de la producción (incorporando nuevos colaboradores), o bien, definiendo con mayor claridad las características de su negocio (definición de perfiles de puestos, desarrollo y/o consolidación de alianzas con proveedores u otros actores estratégicos). Esto puede implicar el crecimiento de la unidad económica y un eventual paso a ser pequeña empresa, o bien al consolidar su unidad productiva micro formalizando las relaciones laborales con sus trabajadores, o su propia forma organizativa.

Vale la pena señalar en este punto que, para la unidad económica microempresarial, estas opciones involucran la evolución de su unidad económica pero no necesariamente el paso de ser microempresa a ser pequeña o mediana empresa. Aunque la contratación (y/o formalización) de colaboradores es una opción viable, ella se ve como la consolidación de una estructura y no necesariamente supone el paso de micro a pequeña empresa. Lo que importa es que la microempresa pueda consolidarse y salga de la precariedad laboral / salarial<sup>5</sup> (por ejemplo, por medio de la formalización laboral y/o empresarial).

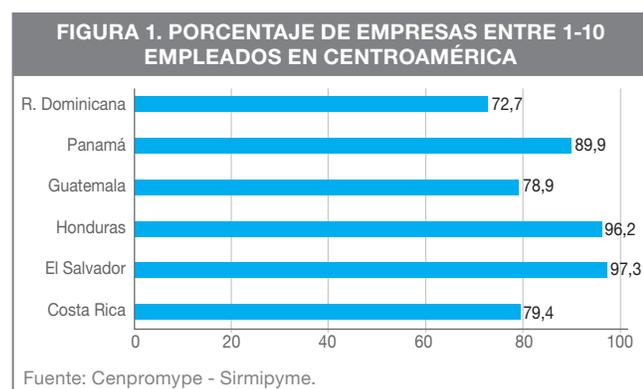
De ahí que consolidar sus relaciones económicas/laborales no supone necesariamente el paso a otro segmento empresarial. Ello debido a que, en entrevistas realizadas a propietarios de microempresas (familiares o no), se ha observado que existe en ellos una aspiración latente (económica, social, familiar, etc.<sup>6</sup>),

<sup>5</sup> En ese sentido, las microempresas seguirán siendo heterogéneas, pero por los diversos sectores en los que se involucran, y no tanto por la variabilidad en su productividad.

<sup>6</sup> En entrevistas realizadas, muchos empresarios propietarios de microempresas tienen aspiraciones puntuales como; “que sus hijos vayan a la universidad”, “comprar una casa”, “hacerse de un camión”, “comprar un terreno”, etc.

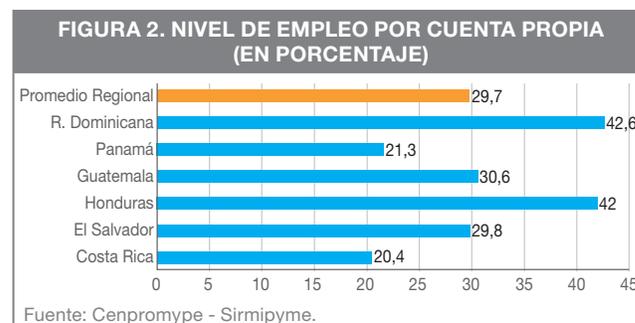
y que cuando ella se ve cumplida, deja al empresario sin nuevas aspiraciones, es decir, no busca mejorar, sino que permanece en el estado obtenido luego de la meta lograda. Existiría entonces, una especie “techo de cristal” que el empresario se autoimpone, para no dar pasos hacia adelante con su negocio (haciendo referencia al concepto de “techo de cristal” de los estudios de la mujer: Wirth, 1997<sup>7</sup> que señalan que las mujeres no logran ostentar mejores niveles de decisión o salario, aunque no existe ninguna ley o norma que lo impida), y que limita el crecimiento de su negocio (más allá de establecer las razones de este comportamiento, lo relevante es que el empresario evolucione y construya una visión de futuro, aunque esta no suponga la expansión del negocio, lo importante es que si tenga entre sus aspiraciones el consolidarlo, y con ello, formalizarlo).

De acuerdo con la figura 1, se observa que más del 70% de todas las unidades económicas de la región centroamericana se clasifican como unidades económicas entre 1-10 trabajadores (típicamente microempresas) llegando incluso a representar por encima del 95% en Honduras y El Salvador. Este indicador confirma lo señalado antes sobre el peso relativo de la microempresa (por lo general asociada a una unidad económica con menos de 10 trabajadores).



Cabe señalar que en la definición de microempresa se incluyen todas las unidades económicas desde 1 trabajador y hasta 10 inclusive. De esta forma, el cuentapropismo está incluido en la definición de microempresa, y, como se aprecia en la figura 2, su peso relativo en este universo es muy significativo. De todas las personas empleadas, al menos el 20% trabaja por

cuenta propia (pudiendo llegar al 42% en países como Honduras o República Dominicana). Dado que la microempresa incluye el cuentapropismo, podemos tener una magnitud de lo que representa el trabajo independiente en el mundo de la microempresa.



Además de las cifras que muestran la concentración empresarial hacia las microempresas, no debemos dejar de señalar que el grueso de las microempresas navega entre la informalidad y la formalidad.

### Una forma de identificar a las microempresas con potencial de crecimiento

Entender a estas unidades económicas supone conocer de su comportamiento, así como de algunas de sus actitudes frente al futuro. Sin embargo, la primera consideración fue el tamaño de las unidades económicas. En México, las empresas se cuentan por número de empleados, de forma que es posible conocer cuantas empresas existen por empleo. Para ese conteo, se identificó que el 62% de las empresas tenían menos de 2 trabajadores, lo cual nos deja con un 38% de unidades con al menos un trabajador además del dueño. Ello da un primer elemento de análisis respecto de la estructura (o falta de ella) de la unidad productiva. Sobre ese mismo punto, se consideraron 2 factores de estructura: si la persona era patrón o trabajador por cuenta propia. Lo primero da una señal de que tienen empleados y ello podría implicar al menos una mínima distribución de funciones. El segundo factor de estructura fue si tenía local o no (uno supone cierto nivel aprovisionamiento de productos mientras que el segundo supone una escala muy baja de operación). Además, se consideraron 2 aspectos de aptitudes o características emprendedoras: la primera fue el motivo para iniciar su actividad, y la segunda fue

<sup>7</sup> Wirth, Linda (1997). Braking through the glass ceiling: women in management. ILO, Bureau for Gender Equality,

sobre sus perspectivas respecto de su empresa. Con esa información se llegó a que un 25,3% de las microempresas tenían una posición orientada al crecimiento.

Para el caso de Costa Rica, de la Encuesta Nacional de Microempresas de los Hogares 2023 (INEC; 2024), tenemos que un 80,6% son trabajadores por cuenta propia solos, mientras que un 19,4% incluye cuenta propia con socios (2,6%), cuenta propia con ayudantes (11,3%) y empleador (5,5%).

Adicionalmente, un 81,2% de estos negocios presentan tres características que las acercan a la informalidad; no poseen cédula jurídica, no cuentan con registros contables formales, y no tienen un salario fijo asignado permanentemente (es decir, un 18,8% si los tiene).

Sobre la motivación para iniciar su actividad económica, sus respuestas fueron:

1. complementar ingreso: 23%
2. organizar su propia empresa / ser su propio jefe: 22,6%
3. encontró oportunidad de mercado: 16,4%
4. no tenía trabajo: 15,4%
5. tradición familiar: 12,1%
6. no encontró trabajo como asalariado: 9,5%
7. mayor flexibilidad horaria: 1%

De estas, las razones 2, 3 y 5 son las que se orientan más hacia el crecimiento, de forma que el 51,1% tiene intenciones emprendedoras.

También señalan que el 31,4% tiene local. Finalmente, quienes tienen expectativas positivas de empleo, un 11,8% consideran que el empleo aumentará.

Tomando el promedio simple de estas variables, un 26,5% de estas unidades microempresariales podría contar con mayores posibilidades para el crecimiento. Si la población era de 394.540 unidades microempresarias, estaríamos diciendo que 104.553 tendrían opción de salir de la subsistencia.

### El papel de las políticas

Una de las premisas de quienes se encargan del diseño de las políticas públicas orientadas al desarrollo empresarial/productivo, es que las empresas responden a estas políticas. Es decir, que lo que plantean los “expertos” es lo que las empresas necesitan y que el implementar esas políticas tiene una respuesta favorable en las unidades económicas. Dados los resultados de

las políticas de fomento, es posible señalar que esta premisa es –al menos– selectiva, cuando no equivocada.

Las empresas no responden a las políticas sino de forma residual, y más bien en la medida que ellas (las políticas) se alinean con sus objetivos. Por ello es por lo que, en la región latinoamericana, la respuesta a las políticas ha sido muy limitada de parte de las empresas. Y los proyectos de carácter demostrativo que se han desarrollado en América Latina, han logrado un impacto limitado tanto por la razón anterior como por la falta de recursos para su masificación. Casos como los señalados a continuación son ejemplo de ello. OCDE/CAF (2019) consideran a las pymes como una prioridad en las políticas públicas e incluso plantean un conjunto de acciones orientadas al desarrollo productivo de mediano plazo: planes de competitividad, instituciones con directivas horizontales y específicas, reducción de la burocracia y simplificación administrativa, apoyos específicos para mejorar la productividad y la innovación, el desarrollo de manufacturas avanzadas y actividades de servicios, entre otras. En la misma línea, Kulfas (Dini y Stumpo, 2020), señala para el caso de Argentina el desarrollo de una ley (la 24.467) que creó un conjunto de instrumentos de apoyo tales como subsidios, un sistema de información, sociedades de garantía recíprocas, etc. En El Salvador, Monge (Dini y Stumpo, 2020) también considera en el plan quinquenal 2014-2019, el desarrollar programas de encadenamiento productivo, promover la asociatividad de la micro y pequeña empresa, fortalecer el programa de empresarialidad femenina, entre otras acciones. Es decir, desde las políticas de gobierno ya se plantean las acciones “ganadoras” para las empresas. Sin embargo, la evidencia internacional no muestra abundancia de casos de políticas exitosas en términos del despegue de estas empresas, de una menor tasa de mortalidad, mayor tasa de crecimiento de estas empresas, paso de un segmento al inmediatamente superior, que implementen el empleo decente, que exporten, que ostenten un mayor nivel de productividad. etc., como respuesta de las empresas a las políticas de fomento.

### CONCLUSIONES

La razón por la cual es necesario trabajar con el segmento microempresarial, es porque es el numéricamente más grande, el más disperso territorialmente, y el que genera el mayor aporte al empleo de

subsistencia. Por esas razones, si es posible apuntalar el segmento para mejorar su productividad y competitividad, considerando ese 26,5% de microempresas de hogares con potencial de desarrollo, sería viable que el empleo que genere ya no sea de subsistencia, sino que pueda ser empleo decente, así como incrementar su nivel de formalización. Al mismo tiempo, por su dispersión geográfica, favorecería la mejora en la calidad del empleo en los territorios, reduciendo la brecha entre el empleo de las zonas urbanas y rurales. Pero, sobre todo, si es capaz de establecer innovaciones sencillas, podría dar saltos de productividad a mayor velocidad. La innovación en unidades económicas como las microempresas es posible y no costosa. Un ejemplo lo señalan Gálvez y García (2012) sobre la innovación en las mipymes de Colombia. Consideran una opción pertinente la innovación en procesos<sup>8</sup>, ya que ella estimula la productividad y optimiza la eficiencia operativa. En ese sentido, es una innovación factible para una microempresa y que genera un resultado concreto en ella.

De esta forma, identificando los elementos que pueden potenciar el crecimiento y la consolidación del segmento microempresarial, y orientarlo hacia un empleo decente, será posible hacer crecer y fortalecer el tejido empresarial de los países, y aunque las microempresas no crezcan significativamente en términos de empleo, si lo harán respecto de las condiciones del mismo, dejando de ser el seguro de desempleo de las economías de menores ingresos y desarrollando un segmento microempresarial sólido y competitivo.

Mas allá de los argumentos en favor del número elevado de empresas y el potencial de descentralización del empleo asociado a que las microempresas; ellas son las más dispersas geográficamente, por lo que entender su comportamiento permitirá incrementar su productividad y con ello transformarla en un generador de empleo decente y productivo. No es necesario que pasen a ser pequeñas, medianas o grandes, con que sean estructuras sólidas que generen un mínimo de empleo decente e ingresos de calidad debería ser suficiente para llevar a la economía a nuevos niveles de competitividad y bienestar.

<sup>8</sup> Existen al menos tres tipos de innovación empresarial; en productos, en procesos, y en modelos de gestión. La innovación en productos es por lo general la más compleja y costosa, mientras que la de procesos mejora la eficiencia y por lo general no requiere de una inversión significativa (mejorar los procesos existentes, la forma de hacer), así como la de modelo de gestión (que se refiere al relacionamiento con clientes, proveedores, etc.).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvear, L. *et al.* (2022). Creation of Microenterprises and sociocultural factors. En: *Procedia Computer Science*, 203: 549-553.
- Berry, A. (2002). *Valoración de políticas de apoyo a la pequeña empresa, primera aproximación a una metodología regional*. BID.
- Bravo Monge, C. (2023). Diseño y validación de instrumento para medir el emprendimiento corporativo en Costa Rica. *Journal of Management and Economics for Iberoamerica*, 40 (170): 81-93.
- Cohen, M., y Baralla, G. (2012). *La situación de las Pymes en América Latina*. [www.ieralpyme.org](http://www.ieralpyme.org)
- Dini, M. y Stumpo, G. (2020). *MIPYMES en America Latina, un frágil desempeño y desafíos para las políticas de fomento*. CEPAL-UE.
- European Commission. (2023). *Annual Report of European SMEs 2022/2023. SME Performance Review*. Publications Office of the European Union
- Ferraro, C. (Comp.) (2011). *Apoyando a las pymes: políticas de fomento en América Latina y el Caribe*. CEPAL-AECID.
- FORLAC. (2014). *Políticas para la formalización de micro y pequeñas empresas*. OIT. <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/politicas.pdf>
- Gálvez, E. y García, D. (2012). Impacto de la innovación sobre el rendimiento de la mipyme: un estudio empírico en Colombia. *Estudios gerenciales*, 28 (122): 11-27.
- Henríquez, L. (2009). Políticas para las MIPYMES frente a la crisis. Conclusiones de un estudio comparativo de América Latina y Europa. Documento de Trabajo EuropeAid - OIT.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica. (2024). *Encuesta Nacional de Microempresas de Hogares 2023, resultados generales*. INEC.
- Infante, R. (ed.) (2011). *El desarrollo inclusivo en América Latina y el Caribe, ensayos sobre políticas de convergencia productiva para la igualdad*. CEPAL.
- Madelman, F. y Montes-Rojas, G. (2009). Is Self-employment and Micro-enterprise a desired outcome? *World Development*, 37 (12): 1914-1925.
- Miller, S. *et al.* (2022). *Entrepreneurs' actions and success: How entrepreneurs navigate critical events during the startup process*. Conference: Babson College Entrepreneurship Research Conference.
- OLACD. (2008). *Características de las microempresas y sus necesidades de formación en Centroamérica y República Dominicana*. OLACD-OIT.
- OCDE y CAF. (2019). *América Latina y el Caribe 2019, políticas para pymes competitivas en la alianza del pacífico y países participantes de América del Sur*. OCDE-CAF.
- OECD. (1997). *Globalization and Small and Medium Enterprises*. (No. 1 y 2). OECD.
- OECD DEV y OISS (2024). *Informality and Households' Vulnerabilities in Latin America, data, insights and implication for labour formalization policies*. OECD Publications.
- OIT. (2024). *Micro, pequeñas y medianas empresas*. <https://www.ilo.org/es/topics/micro-small-and-medium-enterprises>
- Ponce, F. y Zevallos, E. (2017). La innovación en la micro y pequeña empresa; no solo factible sino accesible. *Revista de Ciencias de la Gestión*, 2: 46-68. PUCP.
- Shaw, J. (2004). Microenterprise occupation and poverty reduction in microfinance programs: evidence for Sri Lanka. *World Development*, 32 (7): 1247-1264. Elsevier.
- Takeda, A. *et al.* (2022). The impacts of the COVID-19 pandemic of micro, small and medium enterprises in Asia and their digitalization responses. *Journal of Asian Economics*, 82, 101553.
- Williams, C. *et al.* (2016). Determinants of the Level of Informality of Informal Micro-Enterprises: Some Evidence from the City of Lahore, Pakistan. *World Development*, 84: 312-325. Elsevier.
- Zevallos, E. (2007). *Restricciones del entorno a la competitividad de las empresas en América Latina*. FUNDES.
- Zevallos, E. (2003). Micro, pequeñas y medianas empresas en América Latina. *Revista de la CEPAL*, 79.
- Zevallos, E. (2001). Empresa media, una nueva clasificación. *Revista Comercio Exterior*.



# DIPLOMACIA CIENTÍFICA EN LA INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA EN COSTA RICA: UNA NECESIDAD APREMIANTE

Recibido: 15 noviembre, 2024 • Revisado: 6 diciembre, 2024 • Aceptado: 16 diciembre, 2024

Monserrat Vargas Solórzano,  
José Vega Baudrit  
y Mary Lopretti

## RESUMEN

La ciencia y la tecnología son motores fundamentales del desarrollo sostenible, especialmente en el contexto del mundo altamente interconectado en el que vivimos. Costa Rica, con su sólido compromiso con la protección ambiental y el creciente protagonismo de la biotecnología y la innovación, enfrenta el desafío urgente de fortalecer su diplomacia científica. Este artículo explora cómo la diplomacia científica puede actuar como catalizador para potenciar la investigación biotecnológica en el país, articulando los esfuerzos de instituciones clave como el CONAGEBIO, mientras se alinean con los estándares internacionales de la OCDE y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. La integración estratégica de estos elementos puede posicionar a Costa Rica como un referente en innovación biotecnológica con una perspectiva de sostenibilidad.

**Palabras clave:** Diplomacia científica, Innovación en biotecnología, Desarrollo sostenible, Normas de la OCDE, Protección ambiental.

## SUMMARY

Science and technology are fundamental drivers of sustainable development, particularly in our highly interconnected world. With its strong commitment to environmental protection and growing prominence in biotechnology and innovation, Costa Rica faces the urgent challenge of strengthening its scientific diplomacy. This article explores how scientific diplomacy can act as a catalyst to enhance biotechnological research in the country, coordinating the efforts of critical institutions such as CONAGEBIO while aligning with international OECD standards and the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs). The strategic integration of these elements can position Costa Rica as a benchmark in biotechnological innovation with a sustainability perspective.

**Keywords:** Scientific diplomacy, Biotechnology innovation, Sustainable development, OECD standards, Environmental protection.

Monserrat Vargas Solórzano es Diplomática de la Dirección de Política Exterior, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica.

José Vega Baudrit es Director del Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC CENAT (Costa Rica). Es profesor de LEAD University y de la Universidad Nacional, Escuela de Química.

Mary Lopretti es investigadora del Centro de Investigación Nuclear, Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

## INTRODUCCIÓN

Costa Rica se ha consolidado como un líder mundial en sostenibilidad y conservación ambiental, reconocido por su enfoque pionero hacia la protección de la biodiversidad y su apuesta por las energías renovables. En paralelo, el país ha venido ganando relevancia en la región en el campo de la biotecnología, una disciplina emergente que tiene el potencial de ofrecer soluciones innovadoras a desafíos fundamentales en sectores como la agricultura, la salud, y la protección del medio ambiente. Esta expansión del sector biotecnológico es particularmente importante para un país que ha sabido balancear la conservación de su riqueza natural con el crecimiento económico inclusivo (CONAGEBIO, 2023).

La biotecnología, entendida como la aplicación de procesos basados en organismos vivos o sistemas biológicos, tiene la capacidad de desarrollar productos y tecnologías que pueden transformar sectores críticos para la vida de la humanidad. Su carácter multidisciplinario permite la integración de conocimientos provenientes de áreas como la biología molecular, la química, la ingeniería genética, y la bioinformática, fomentando la innovación y la competitividad (OCDE, 2022).

Sin embargo, para maximizar el impacto potencial de la biotecnología en Costa Rica, es fundamental adoptar un enfoque estratégico que abarque tanto la innovación científica como la proyección internacional de estas capacidades. La diplomacia científica emerge aquí como una herramienta clave, no solo para facilitar la cooperación internacional y la transferencia de tecnología, sino también como un medio para fortalecer la investigación desde una perspectiva ética y sostenible. En este contexto, la diplomacia científica puede ayudar a asegurar que el desarrollo biotecnológico en Costa Rica sea guiado por las mejores prácticas globales, en concordancia con las normativas del Consejo Nacional de Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO), los lineamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y los compromisos adquiridos en el marco de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (CONAGEBIO, 2023; Leiva Poveda, 2022).

Además, la integración de la diplomacia científica en el desarrollo biotecnológico asegura una mejor interlocución con actores internacionales, lo que facilita la participación en redes globales de conocimiento, la atracción de inversión en I+D, y la creación de alianzas

público-privadas que refuercen la capacidad innovadora del país. En última instancia, la diplomacia científica se presenta no solo como un facilitador para la cooperación y el intercambio, sino como un pilar estratégico que puede potenciar las capacidades locales, garantizando que la biotecnología contribuya de manera efectiva y sostenible al desarrollo nacional (Vega Baudrit y Vargas Solórzano, 2024).

Esta visión integrada permitirá a Costa Rica no solo aprovechar mejor las oportunidades científicas y tecnológicas, sino también avanzar en su compromiso con el bienestar social y la preservación del entorno, posicionándose como un referente regional y global en el uso responsable de la biotecnología.

## EL ROL DE CONAGEBIO EN LA REGULACIÓN BIOTECNOLÓGICA

Con la ratificación en 1994 del Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB), Costa Rica se comprometió a adoptar medidas legislativas, administrativas y políticas que preserven la diversidad biológica, fomenten su uso sostenible y garanticen un acceso justo y equitativo a los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. En ese marco, en 1998 se promulgó la Ley de Biodiversidad, una normativa pionera que, en su artículo 14, establece la creación de la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) y su Oficina Técnica (OT). Este órgano tiene desconcentración máxima dentro del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), lo que le permite una significativa autonomía en la toma de decisiones (CONAGEBIO, 2023).

El CONAGEBIO se ha convertido en una institución clave para la regulación del acceso a los recursos genéticos y la protección del conocimiento tradicional en Costa Rica, aspectos fundamentales para el desarrollo responsable de la biotecnología. A través de esta Comisión, se supervisa y regula el uso de los recursos genéticos del país, asegurando que las prácticas biotecnológicas se realicen de manera ética y en concordancia con los principios de conservación y sostenibilidad. La protección del conocimiento tradicional también es un componente central, garantizando que las comunidades locales y los pueblos indígenas se beneficien justamente de cualquier uso de su saber ancestral (3).

El papel del CONAGEBIO es aún más relevante si se considera el potencial de la biotecnología para

abordar desafíos críticos en agricultura, medicina y medio ambiente. La Comisión no solo se ocupa de regular y proteger, sino también de promover un enfoque equilibrado que fomente la investigación y el desarrollo mientras se respetan las normativas ambientales y sociales del país. Esto incluye la emisión de permisos de acceso y el monitoreo continuo de actividades que involucran recursos biológicos y genéticos, asegurando que se lleven a cabo bajo estrictos estándares de sostenibilidad y transparencia (CONAGEBIO, 2023).

En este contexto, la diplomacia científica emerge como un aliado estratégico para el CONAGEBIO. A través de la diplomacia científica, Costa Rica puede establecer alianzas internacionales que faciliten el intercambio de mejores prácticas, la transferencia de tecnología avanzada y el fortalecimiento de capacidades locales. Estas alianzas permiten asegurar que el desarrollo biotecnológico en el país se alinee con los más altos estándares éticos y científicos, al tiempo que se garantiza que las innovaciones resultantes contribuyan a los objetivos de conservación de la biodiversidad y desarrollo sostenible. Además, la diplomacia científica ayuda a posicionar a Costa Rica en la esfera internacional como un país que lidera con el ejemplo en la protección de su patrimonio natural y el uso responsable de la biotecnología.

El CONAGEBIO, en su rol regulador y promotor de la sostenibilidad, puede beneficiarse enormemente de los instrumentos de la diplomacia científica para ampliar el acceso a recursos, fortalecer la capacidad institucional y garantizar que los beneficios derivados de la biotecnología se distribuyan de manera equitativa. Este enfoque integrado no solo potencia el desarrollo biotecnológico del país, sino que también contribuye al cumplimiento de los compromisos asumidos bajo la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), reafirmando el compromiso de Costa Rica con la conservación y el uso sostenible de su biodiversidad (CONAGEBIO, 2023).

## OCDE Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

La adhesión de Costa Rica a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en 2021 marca un hito trascendental en la alineación del país con los estándares internacionales de gobernanza y desarrollo sostenible. La OCDE es una organización

intergubernamental que promueve políticas orientadas a mejorar el bienestar económico y social de las personas en todo el mundo, mediante el establecimiento de marcos regulatorios sólidos y buenas prácticas en áreas clave como la ciencia, la innovación, la biotecnología, y la protección del medio ambiente (OCDE, 2022).

Para Costa Rica, la integración de estos estándares a sus políticas públicas no solo es fundamental para cumplir con las normativas internacionales, sino también para posicionarse como un referente regional en biotecnología sostenible. A través del cumplimiento de los altos estándares de la OCDE, el país tiene la oportunidad de fortalecer su infraestructura regulatoria, mejorar la competitividad de sus sectores de innovación, y garantizar que el desarrollo científico se realice bajo los principios de transparencia, responsabilidad y sostenibilidad.

En este contexto, la diplomacia científica juega un papel crucial al facilitar la participación activa y articulada de Costa Rica en discusiones y foros internacionales dentro de la OCDE. Esta participación permite que las políticas biotecnológicas nacionales se alineen con las mejores prácticas globales y se adapten a las tendencias emergentes, maximizando así el impacto positivo en el desarrollo socioeconómico del país. Además, el compromiso con los estándares de la OCDE contribuye a fomentar la confianza de inversionistas extranjeros y potenciales socios estratégicos, incrementando la atracción de inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y facilitando el establecimiento de alianzas público-privadas que impulsen el sector biotecnológico (OCDE, 2022).

Sin embargo, para aprovechar al máximo la membresía en la OCDE, Costa Rica enfrenta el desafío de articular adecuadamente y fortalecer las instituciones relacionadas con la ciencia, la investigación y la innovación. La colaboración efectiva entre entidades como el CONAGEBIO, el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), las universidades públicas y privadas, y otros actores del ecosistema científico-tecnológico, es esencial para garantizar que la participación del país en los espacios y plataformas de la OCDE sea lo más eficaz y eficiente posible. La consolidación de una visión unificada y la coordinación interinstitucional permitirán no solo cumplir con las expectativas internacionales, sino también convertir

estos estándares en ventajas competitivas que contribuyan al desarrollo sostenible y equitativo.

La OCDE también ofrece a Costa Rica un espacio para aprender de las experiencias de otros países, adaptar políticas exitosas a su contexto local y, eventualmente, convertirse en un exportador de buenas prácticas para la región. La diplomacia científica, por lo tanto, no solo fortalece la capacidad de articulación interna, sino que también proyecta a Costa Rica como un actor global comprometido con la ciencia y la innovación responsable. Esta proyección es clave para consolidar al país como un líder en biotecnología sostenible en América Latina y garantizar que los beneficios de la ciencia se traduzcan en mejoras tangibles para el bienestar de sus ciudadanos y la conservación de su biodiversidad (OCDE, 2022).

## ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas proporcionan un marco integral para enfrentar los desafíos más apremiantes a nivel global, tales como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. Costa Rica, reconocida por su liderazgo en sostenibilidad, se encuentra bien posicionada para aprovechar el potencial de la biotecnología como una herramienta clave en la consecución de varios de estos objetivos. La biotecnología en el país tiene el potencial de contribuir significativamente a una serie de ODS (Naciones Unidas, 2015), incluyendo:

- **ODS 2 (Hambre cero):** A través de la mejora de cultivos, el desarrollo de variedades más resistentes a plagas y condiciones climáticas adversas, y el incremento del rendimiento agrícola, la biotecnología puede contribuir a garantizar la seguridad alimentaria y el acceso a alimentos nutritivos para todos.
- **ODS 3 (Salud y bienestar):** La investigación en biotecnología permite el desarrollo de nuevos tratamientos y vacunas, mejora la producción de medicamentos biológicos y facilita la creación de diagnósticos más precisos, todo ello con el objetivo de mejorar la salud y el bienestar de la población.
- **ODS 6 (Agua limpia y saneamiento):** Las aplicaciones biotecnológicas para el tratamiento de aguas residuales y la mejora de la calidad del agua son fundamentales para garantizar el acceso a agua limpia y contribuir a una gestión más eficiente de los recursos hídricos.
- **ODS 7 (Energía asequible y no contaminante):** La biotecnología también tiene un papel en el desarrollo de bioenergías, como los biocombustibles, que ofrecen una alternativa más sostenible a los combustibles fósiles, ayudando a la transición hacia fuentes de energía más limpias y accesibles.
- **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura):** Las innovaciones biotecnológicas fomentan la creación de nuevas industrias basadas en la bioeconomía, mejorando procesos industriales y promoviendo el desarrollo de infraestructuras que respalden la sostenibilidad.
- **ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres):** La biotecnología contribuye a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, desarrollando técnicas para la restauración de ecosistemas degradados y el manejo sostenible de recursos naturales, en línea con la protección de la biodiversidad del país.

Para lograr un impacto concreto y duradero en estos ODS, la diplomacia científica resulta esencial. La diplomacia científica facilita la alineación de las actividades biotecnológicas con los objetivos establecidos, promoviendo investigaciones que no solo aborden directamente estos desafíos, sino que también consideren los aspectos éticos, sociales y de sostenibilidad inherentes a estas tecnologías. Esto asegura que las innovaciones biotecnológicas sean accesibles, seguras, y adecuadas al contexto local, beneficiando a las comunidades que más las necesitan (Naciones Unidas, 2015).

Además, la colaboración internacional, posibilitada a través de la diplomacia científica, puede acelerar el desarrollo y la implementación de tecnologías innovadoras que contribuyan al logro de los ODS, tanto en Costa Rica como a nivel global. Al participar activamente en redes internacionales y foros multilaterales, Costa Rica puede acceder a financiamiento, compartir conocimientos, y aprender de las mejores prácticas implementadas por otros países. Esta cooperación es

crucial para superar barreras tecnológicas y garantizar que el desarrollo biotecnológico del país esté alineado con los más altos estándares internacionales, potenciando al máximo su contribución a la Agenda 2030.

La alineación de la biotecnología con los ODS también proporciona a Costa Rica una oportunidad única de fortalecer su posición como líder en desarrollo sostenible, demostrando cómo la innovación puede ser utilizada como un motor de cambio positivo para el bienestar social, económico y ambiental. Mediante el fortalecimiento de la diplomacia científica, el país no solo puede consolidar su liderazgo en sostenibilidad, sino también inspirar a otras naciones a seguir un camino similar, haciendo realidad la visión de un futuro más justo y sostenible para todos (Naciones Unidas, 2015).

### **ALGUNOS BENEFICIOS DE LA DIPLOMACIA CIENTÍFICA EN LA BIOTECNOLOGÍA**

- **Acceso a financiamiento y recursos internacionales**

La diplomacia científica facilita a Costa Rica el acceso a fondos y recursos internacionales que son esenciales para el impulso de la biotecnología. Este acceso se traduce en la participación en programas de cooperación y proyectos financiados por organizaciones multilaterales, instituciones de desarrollo y fundaciones globales. Dichos fondos son especialmente relevantes para iniciativas que contribuyen directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que estos proyectos suelen ser una prioridad para los organismos internacionales, brindando así apoyo financiero y técnico. Además, la participación activa en redes de colaboración globales permite obtener financiamiento que, de otro modo, sería inaccesible para proyectos locales, facilitando el crecimiento y la sostenibilidad del sector biotecnológico.

- **Transferencia de tecnología y conocimientos**

Uno de los principales beneficios de la diplomacia científica es la capacidad de facilitar la transferencia de tecnologías avanzadas y conocimientos especializados que cumplen con los más altos estándares internacionales, como los de la OCDE. La transferencia tecnológica no solo proporciona acceso a herramientas y procesos

innovadores, sino que también contribuye al desarrollo de capacidades locales, asegurando que la biotecnología en Costa Rica evolucione de manera sostenible y responsable. Esta transferencia permite que las fortalezas científicas del país se pongan al servicio de la sociedad, beneficiando sectores como la salud, la agricultura y el medio ambiente, y fomentando la competitividad y la innovación. Además, la cooperación internacional crea oportunidades para la capacitación continua de científicos y técnicos nacionales, que pueden aprender directamente de expertos en la vanguardia de la biotecnología.

- **Mejora de la regulación y la gobernanza**

La cooperación internacional es fundamental para que Costa Rica desarrolle y mejore sus marcos regulatorios en el ámbito de la biotecnología. Gracias a la diplomacia científica, el país puede beneficiarse de la experiencia de otras naciones que han enfrentado desafíos regulatorios similares, adoptando las mejores prácticas y adaptándolas al contexto local. Esto asegura que los marcos normativos costarricenses, bajo la dirección de entidades como el CONAGEBIO, estén alineados con los principios de la OCDE y cumplan con los estándares internacionales. Una regulación robusta y bien fundamentada no solo es crucial para gestionar los riesgos asociados a la biotecnología, sino también para maximizar sus beneficios, garantizando que el desarrollo biotecnológico sea seguro, transparente y beneficioso para la sociedad en su conjunto.

- **Fortalecimiento de la capacidad científica nacional**

Participar activamente en redes internacionales y colaborar con científicos de todo el mundo permite a Costa Rica fortalecer sus capacidades científicas y tecnológicas. La diplomacia científica facilita la integración de los investigadores costarricenses en comunidades científicas globales, promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias que enriquecen el panorama científico del país. Esta integración no solo mejora la capacidad técnica del país, sino que también posiciona a Costa Rica como un referente regional en biotecnología, lo cual

es esencial para atraer talento e inversión extranjera. Además, el fortalecimiento de la capacidad científica nacional incentiva la llegada de investigadores internacionales, quienes ven en Costa Rica un destino atractivo para desarrollar proyectos innovadores y contribuir a la producción de ciencia de calidad. Esta colaboración y flujo de talento son vitales para la construcción de un ecosistema biotecnológico robusto y sostenible.

- **Promoción del conocimiento tradicional y la bioética**

La diplomacia científica también desempeña un papel crucial en la promoción y protección del conocimiento tradicional, así como en la integración de la bioética en la investigación y desarrollo biotecnológico. En un país como Costa Rica, que cuenta con una riqueza biocultural significativa, la diplomacia científica facilita el reconocimiento internacional del conocimiento ancestral de las comunidades indígenas y rurales en el uso de recursos biológicos. Esto no solo garantiza un acceso justo y equitativo a los beneficios derivados de estos conocimientos, sino que también refuerza la cooperación con actores internacionales interesados en la protección de los derechos de las comunidades originarias.

Además, la diplomacia científica promueve el establecimiento de marcos bioéticos sólidos que aseguren el desarrollo responsable de la biotecnología. Estos principios bioéticos garantizan que los avances en biotecnología se realicen respetando los derechos humanos y asegurando que la ciencia se ponga al servicio del bienestar colectivo, lo cual es especialmente importante en el contexto de la bioprospección y la utilización de recursos genéticos (Naciones Unidas, 2015).

## ÁREAS CLAVE PARA EL DESARROLLO DE LA DIPLOMACIA CIENTÍFICA EN BIOTECNOLOGÍA

- Creación de alianzas estratégicas  
Costa Rica debe establecer y fortalecer alianzas con países y organizaciones que compartan su visión de desarrollo sostenible, conservación de la biodiversidad, y promoción de la investigación

e innovación en biotecnología. Estas alianzas son esenciales para facilitar el acceso a tecnologías avanzadas, financiamiento y conocimientos especializados, todos ellos elementos clave para impulsar el desarrollo del sector biotecnológico en el contexto de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para maximizar el impacto de estas alianzas, resulta fundamental fomentar el diálogo interinstitucional y la articulación efectiva entre distintos actores, tanto del sector público como del privado. Además, es importante sacar el mayor provecho de las embajadas, las oficinas de promoción comercial y la diáspora científica costarricense. Estas redes pueden desempeñar un papel crucial en el acceso a oportunidades internacionales, ya sea facilitando nuevos contactos, promoviendo proyectos de cooperación o atrayendo inversión extranjera hacia el sector.

- **Fortalecimiento de la capacidad institucional**

Para participar de manera efectiva en la diplomacia científica, es crucial que instituciones como el Consejo Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO), el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, así como la academia, fortalezcan su capacidad técnica y operativa. Esto implica la formación de personal con competencias tanto en ciencia como en relaciones internacionales, capacitado para actuar en el ámbito de la diplomacia científica. Adicionalmente, es esencial el desarrollo de programas de cooperación internacional específicos que generen espacios para la colaboración con actores de renombre global en la biotecnología. También resulta fundamental fomentar la formación de futuros líderes en biotecnología, promoviendo la cooperación científica y la transferencia de conocimiento mediante el intercambio académico y la participación en redes científicas internacionales.

- **Promoción de la ciencia como herramienta diplomática**

Costa Rica debería desarrollar una estrategia clara y coherente para utilizar su experiencia en

sostenibilidad y conservación ambiental como una plataforma que impulse la biotecnología en foros y espacios internacionales. La experiencia y los logros del país en la protección de la biodiversidad pueden posicionar a Costa Rica como un líder en la implementación de prácticas biotecnológicas responsables y alineadas con los ODS y las normativas de la OCDE. Además, se requiere que los actores involucrados en estos foros cuenten con el conocimiento y las redes necesarias para monitorear y aprovechar eficazmente las oportunidades que surjan, comunicándolas de manera oportuna a los expertos nacionales para la materialización de acciones concretas en biotecnología. Esto implica no solo una participación activa en los foros internacionales, sino también la generación de visibilidad y credibilidad como un socio confiable en innovación biotecnológica sostenible.

- **Integración de la ciencia en la política exterior**  
La diplomacia científica debe integrarse plenamente en la política exterior de Costa Rica, asegurando que la biotecnología y su potencial contribución a los ODS sean parte esencial de la estrategia diplomática nacional. Esta integración requiere una colaboración estrecha y articulada entre el MICITT, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), la Promotora del Comercio Exterior (PROCOMER), la academia y otras instituciones relevantes del ecosistema científico y tecnológico. Al integrar la ciencia en la política exterior, Costa Rica podrá no solo alinear sus esfuerzos de investigación con objetivos internacionales, sino también fomentar la transferencia de conocimientos, el intercambio de mejores prácticas y la cooperación con otros países. Esto permitirá fortalecer el liderazgo de Costa Rica en biotecnología a nivel regional, contribuyendo activamente a la diplomacia climática, la sostenibilidad y el bienestar económico y social.
- **Impulso a la diplomacia basada en evidencia**  
Un área adicional que merece atención es el impulso a la diplomacia basada en evidencia científica. Costa Rica debe posicionar el conocimiento

científico como un fundamento para la toma de decisiones diplomáticas, particularmente en asuntos de biotecnología y sostenibilidad. Esto significa utilizar la evidencia científica generada por investigadores nacionales y las instituciones académicas para fundamentar la postura del país en negociaciones internacionales y en la elaboración de acuerdos bilaterales y multilaterales. De esta manera, la ciencia se convierte en un pilar del diálogo diplomático, lo que aumenta la credibilidad de Costa Rica y refuerza su influencia en la esfera internacional. La diplomacia basada en evidencia también contribuye a garantizar que las políticas y acuerdos alcanzados se orienten hacia el bienestar colectivo, la sostenibilidad y la protección de la biodiversidad, alineándose siempre con los compromisos establecidos en la Agenda 2030 y los estándares internacionales de la OCDE.

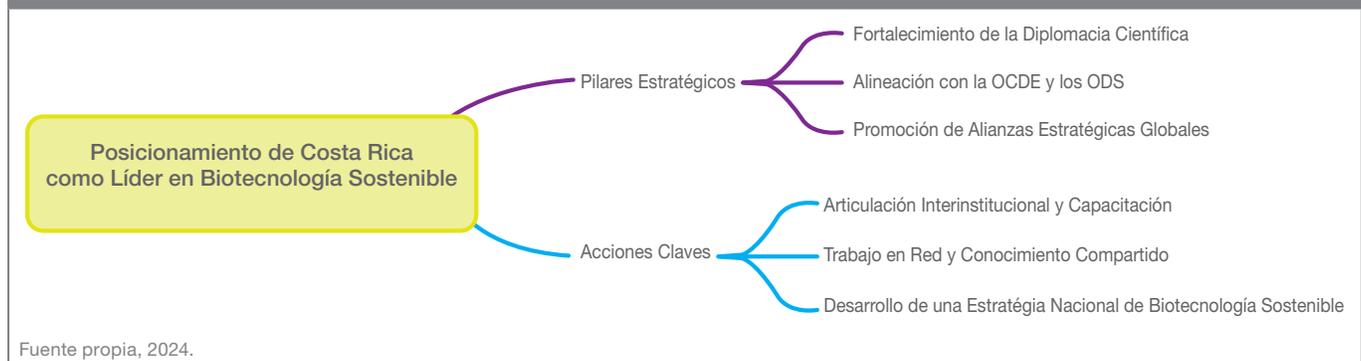
## RECOMENDACIONES FINALES ESTRATÉGICAS

Costa Rica tiene un gran potencial para liderar el desarrollo sostenible mediante la biotecnología, gracias a su firme compromiso con la conservación ambiental y la innovación científica. Para materializar este potencial, es esencial fortalecer la diplomacia científica del país, que servirá como una herramienta clave para establecer alianzas estratégicas, facilitar la transferencia de tecnología, acceder a financiamiento internacional, y reforzar la gobernanza y la capacidad institucional en el sector biotecnológico (Figura 1).

- **Fortalecimiento de la diplomacia científica como pilar estratégico**

La diplomacia científica debe ser reconocida y fortalecida como un pilar central de la política exterior costarricense. Para ello, se recomienda integrar a la ciencia en la formulación de estrategias diplomáticas, creando vínculos entre actores científicos, diplomáticos y comerciales. Esto permitirá a Costa Rica proyectarse como un socio confiable y comprometido con el desarrollo sostenible y la innovación, fomentando la colaboración internacional en biotecnología y la participación activa en redes globales de conocimiento.

FIGURA 1. RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS



- **Articulación interinstitucional y fortalecimiento de capacidades**

Es crucial fomentar la colaboración y articulación efectiva entre instituciones clave, tales como el CONAGEBIO, el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), y el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, así como otros actores relevantes como universidades, centros de investigación y el sector privado. Estas instituciones deben fortalecer su capacidad para actuar dentro del ámbito de la diplomacia científica mediante la capacitación continua de su personal, el desarrollo de habilidades tanto en ciencia como en relaciones internacionales, y la creación de programas específicos de cooperación internacional. La formación de personal especializado contribuirá a la creación de una masa crítica de líderes capacitados, preparados para analizar, anticipar y enfrentar los desafíos y oportunidades en biotecnología.

- **Aprovechamiento del marco de la OCDE y alineación con los ODS**

La adhesión de Costa Rica a la OCDE y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 proporcionan un marco sólido para el avance biotecnológico. Es importante aprovechar este marco como una hoja de ruta para implementar proyectos innovadores que aborden desafíos fundamentales en salud, agricultura y medio ambiente. La diplomacia científica debe facilitar la atracción de recursos financieros y tecnológicos para apoyar estos proyectos, asegurando

que se cumplan con altos estándares internacionales y que se maximice el impacto positivo en la sostenibilidad del país.

- **Fomento de alianzas estratégicas globales**

Se recomienda establecer y fortalecer alianzas estratégicas con países y organizaciones internacionales que compartan la visión costarricense de desarrollo sostenible e innovación. Estas alianzas pueden facilitar la transferencia de tecnologías avanzadas, el acceso a financiamiento y el intercambio de conocimientos técnicos y científicos. Para ello, es vital aprovechar las embajadas costarricenses, las oficinas de promoción comercial y la diáspora científica, que pueden servir como puntos de conexión estratégicos en la creación de oportunidades de cooperación y en la atracción de inversiones en biotecnología.

- **Promoción del trabajo en red y el conocimiento compartido**

La creación de redes de colaboración entre actores nacionales e internacionales es esencial para el desarrollo del ecosistema biotecnológico. Se debe fomentar el trabajo en red para facilitar la transferencia de conocimiento, compartir buenas prácticas y desarrollar capacidades colectivas. La diplomacia científica puede facilitar la participación de investigadores costarricenses en redes científicas internacionales, promoviendo el intercambio académico y la generación de sinergias que contribuyan al avance de la biotecnología sostenible. El respeto mutuo y la comprensión intercultural deben ser principios rectores en estas iniciativas para asegurar una cooperación efectiva y duradera.

- **Desarrollo de una estrategia nacional de biotecnología sostenible**

Costa Rica necesita desarrollar e implementar una estrategia nacional de biotecnología que articule esfuerzos públicos y privados en favor del desarrollo sostenible, la innovación y el bienestar social. Esta estrategia debe estar alineada con los compromisos internacionales del país, incluidos los ODS y las recomendaciones de la OCDE, y debe incluir un enfoque integral de gestión de riesgos, asegurando que el desarrollo biotecnológico sea ético y seguro para el medio ambiente y la sociedad. Un plan de acción claro permitirá maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales, convirtiendo a Costa Rica en un líder en biotecnología sostenible, tanto en la región como a nivel global.

## CONCLUSIONES

La biotecnología posee un potencial transformador para Costa Rica, particularmente en su capacidad para contribuir al desarrollo sostenible del país. No obstante, para que este potencial se convierta en una realidad tangible, es esencial fortalecer la diplomacia científica como un eje central de la estrategia nacional. La integración de esfuerzos por parte de instituciones clave como el CONAGEBIO, el cumplimiento de los estándares establecidos por la OCDE, la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el fortalecimiento de la capacidad institucional son elementos fundamentales que deben guiar este proceso. Una diplomacia científica efectiva permitirá a Costa Rica posicionarse como un referente en biotecnología sostenible y cumplir con sus metas de desarrollo a largo plazo, promoviendo el bienestar económico, social y ambiental.

En el ámbito internacional, organismos como el Banco Mundial han destacado que el desarrollo y el crecimiento económicos no pueden seguir avanzando a expensas del capital natural del planeta. Subrayan la urgencia de abordar las causas de la triple crisis –cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación– para garantizar un medio ambiente saludable y la sostenibilidad de nuestros recursos.

Existe consenso en que la biotecnología puede desempeñar un papel crucial en la superación de estos desafíos mediante el uso de herramientas y métodos innovadores que permitan a la humanidad promover prácticas más sostenibles, tanto en el ámbito de la producción agrícola como en el desarrollo industrial y la conservación del medio ambiente.

Para que la biotecnología logre cumplir este papel transformador, es fundamental que Costa Rica apoye su desarrollo desde una perspectiva de diplomacia científica robusta. Esto implica capacitar a líderes con habilidades para analizar y enfrentar los desafíos y oportunidades actuales, maximizando los beneficios y gestionando adecuadamente los riesgos para minimizar las amenazas comunes. La formación de líderes capaces de integrar la ciencia y la diplomacia es indispensable para enfrentar problemas complejos que trascienden las fronteras nacionales y para promover un desarrollo biotecnológico ético, equitativo y basado en la evidencia.

Para alcanzar estas aspiraciones, es imprescindible el trabajo en red, tanto a nivel local como internacional, donde la colaboración, el respeto mutuo y la comprensión intercultural sean la base de una estrategia nacional en favor de la ciencia, la biotecnología y el desarrollo sostenible. Costa Rica debe articular una diplomacia científica que impulse alianzas estratégicas, fomente la transferencia de conocimientos y tecnologías, y posicione al país como un líder global en prácticas biotecnológicas sostenibles. Solo así podrá contribuir de manera significativa a los compromisos establecidos en la Agenda 2030, asegurando un futuro en el que el desarrollo económico no sea incompatible con la protección del medio ambiente y el bienestar social.

El desarrollo de la biotecnología a través de la diplomacia científica no es solo una oportunidad, sino una necesidad para alcanzar un modelo de desarrollo equilibrado y sostenible. Costa Rica tiene las bases, el talento y la visión para lograr este liderazgo, y solo mediante un enfoque coordinado, colaborativo y basado en el conocimiento científico podrá materializar el potencial transformador de la biotecnología para el beneficio de toda la sociedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (1998). Ley N° 7788: Reglamento a la Ley de Biodiversidad. *Diario Oficial La Gaceta*, N° 101, 27 de mayo de 1998.
- CONAGEBIO. (2023). *Marco regulatorio para la biotecnología en Costa Rica*. Informe anual.
- Leiva-Poveda, S. (2022). *Biotecnología y su aporte a los objetivos de desarrollo sostenible*. Columna de opinión facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile. <https://diario.uach.cl/biotecnologia-y-su-aporte-a-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. (2024). *Costa Rica recibe galardón Golden Planet Award por contribución a la protección ambiental y sostenibilidad*. <https://www.rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=8034#:~:text=Costa%20Rica%20recibe%20galard%C3%B3n%20Golden,%22Golden%20Planet%20Award%22%202024>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/agenda-2030/>
- OCDE. (2022). *Science, Technology and Innovation Outlook: The Role of Biotechnology in Sustainable Development*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
- Vega Baudrit, J. y Vargas-Solórzano, M. (2024). Impulso del desarrollo económico y científico a través de la nanotecnología y promoviendo la paz y la seguridad con diplomacia científica: El papel estratégico de Costa Rica en la era nanotecnológica. *LOGOS*, 5(1): 14-22.



### “The Secrets of Lego® House” por: Jesús Díaz

*El desarrollo de una idea llevado a la vida a través de un diseño maravilloso.*

Posiblemente sea una de las empresas más conocidas en el mundo: Lego. Sus famosos bloques de armar son los juguetes favoritos de muchísimas personas. Y a nivel empresarial son un caso interesante de estudio tras casi haber quebrado hace 20 años: son un claro caso de enfoque en los fundamentos, a lo básico, resumido en una frase ya famoso en la empresa: *“back to the brick”*.

Ese cambio de rumbo fue fundamental y parte de este fue fortalecer el posicionamiento de los bloques de Lego como herramienta educativa. Esa visión de *“Learning Through Play”* (aprendiendo a través del juego) es parte fundamental hoy de la marca Lego®. Hoy día, la empresa está mas viva que nunca. Y no deja de fortalecer su esencia.

Así, en 2017, un ambicioso proyecto vino a materializar dicha esencia: la Lego® House. Y el libro aquí referido cuenta toda historia detrás de su construcción. No pensaron solo en hacer un edificio de exhibición o un museo: eso es solo una parte de todo lo que se vive ahí. Quisieron hacer un lugar lleno de experiencias de diverso tipo (social, cognitiva, creativa o emocional) donde los visitantes hagan un viaje totalmente interactivo, y que despertara o dejara memorias en los visitantes. ¿Lo lograron? Si.

## RESEÑAS DE LIBROS

Mario Agüero Obando

Recibido: 15 noviembre, 2024 • Revisado: 6 diciembre, 2024 • Aceptado: 13 diciembre, 2024

En esta lectura encontrará el detalle de todo lo que quisieron obtener y los principios que siguieron para diseñar este lugar. Todo está cuidado, analizado y revisado desde dichos principios: desde los colores hasta el sonido dentro de los ambientes. Nada fue descuidado. Hay que decir que es una ejecución maravillosa de diseño e ideas.

El análisis y las implicaciones de semejante construcción y diseño a la luz de los principios bien puede considerarse un ejemplo de cómo convertir ideas generales en una estrategia y en acciones concretas. El resultado está ahí. Los comentarios de los principios y de las decisiones que los llevaron a tomar es magistral. Pocas veces se puede uno “meter” con tanta profundidad en la secuencia de ideas de las personas que ejecutaron un proyecto tan bien. Y eso es parte de las muchas enseñanzas que deja este libro.

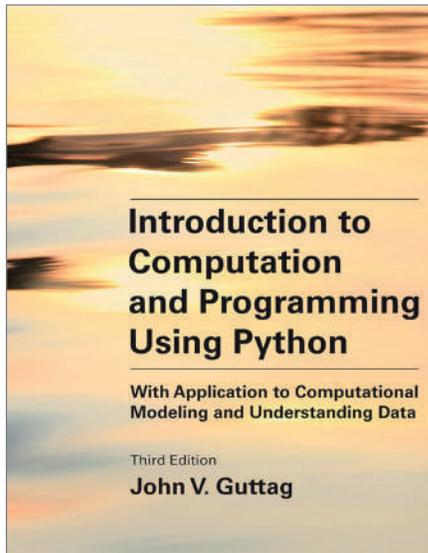
Una de las cosas que busca la Lego® House es ser una experiencia “transformadora”. Y debo agregar que este libro también logra algo parecido. Deja muchas enseñanzas en varios ámbitos: diseño, coherencia, estrategia, búsqueda de la excelencia, legado, significado. No es una lectura monotemática de solo historia, solo diseño o solo fotos del lugar. Realmente, es una secuencia de lecciones de cómo crear un impacto en la gente.

Una visión, una idea, unos principios y una ejecución impecables. Definitivamente aquí hay mucho que aprender. Y todo a partir de un bloque de juguete que es de lo más sencillo que se pueda imaginar. Pero la imaginación, nos demuestra el libro, es una de las fuerzas más poderosas del mundo.

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Díaz, J. (2021). *The secrets of Lego House: Design, Play, and Wonder in the home of the Brick*. Chronicle Books.

Mario Agüero es Ingeniero y Desarrollador de software con amplia experiencia en la industria de apuestas deportivas, marketing digital, finanzas e integración de servicios. Es capacitador en procesos de implementación de métodos ágiles en varias organizaciones. También, es docente de LEAD University.



“Introduction to Computation and Programming using Python (3era Edición)”  
por John V. Guttag

*Una introducción pragmática a la programación en Python.*

La programación ya es, prácticamente, una habilidad que trasciende el ámbito de las carreras de Tecnología de Información y está prácticamente a nada de ser un requisito para cualquier ámbito profesional. Incluso en formas sencillas y descriptivas, el poder de especificar ad-hoc procesos y secuencias de acciones da a los usuarios un gran poder.

El libro de Guttag, específicamente en su tercera edición, es una agradable introducción a Python y sus usos prácticos. No se complica el autor con demasiados tópicos de ciencias de la computación o de programación dura; si no que avanza con buen ritmo y amplias

explicaciones y ejemplos para mostrarle al estudiante el camino a seguir y cómo usar bibliotecas y recursos del lenguaje.

Los primeros capítulos resumen bastante bien las características del lenguaje de marcos, pero aún así son la parte donde más flaquea el libro precisamente por eso. Es una buena introducción, apenas para poder seguir adelante con temas de lógica y algorítmica bastante más fuertes que son cubiertos, ahora sí, con precisión.

Sin duda a partir del capítulo 12 cuando inicia con los temas de estructuras de datos y algoritmos, es donde el libro sube bastante de nivel y de elaboración. Podría partirse de hecho en 2 volúmenes y tendríamos 2 verdaderas joyas. Incluso en 3 libros, porque la parte final, más dedicada a estadística, es todavía mejor que la parte intermedia de algoritmos.

En fin, es un libro que progresivamente lleva al lector por una gran cantidad de temas y definitivamente podría usarse a un nivel de maestría para estudiantes que quieran entrar en ciencia de datos o programación con Python con una excelente referencia. Los ejemplos, además son bastante discutidos y bien descritos. No encuentra uno alguna explicación imprecisa o floja.

Recomendado. Bastante. Da gusto leer libros con semejante claridad y nitidez. Una gran oportunidad de aprender (desde cero) o aumentar (si ya es principiante) el conocimiento práctico de Python.

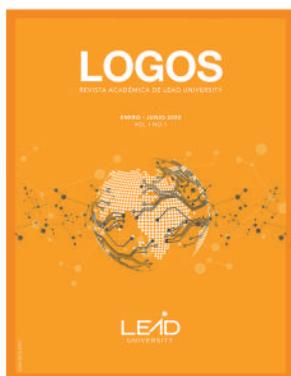
## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Guttag, J.V. (2021). *Introduction to Computation and Programming Using Python: With Application to Computational Modeling and Understanding Data*. The MIT Press Cambridge.

---

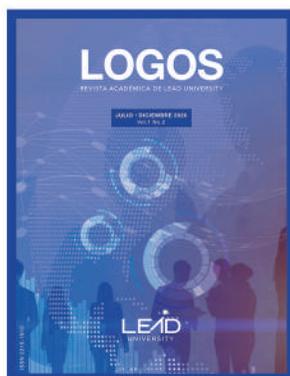
## REVISTA ACADÉMICA LOGOS

Primera revista académica de una universidad privada cosechada a nivel nacional e internacional en el repositorio de acceso abierto Kimuk.



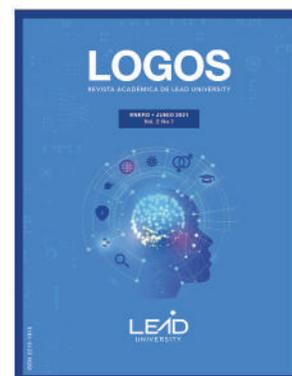
**VOL. 1 No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



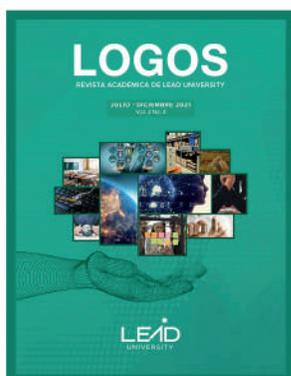
**VOL. 1 No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



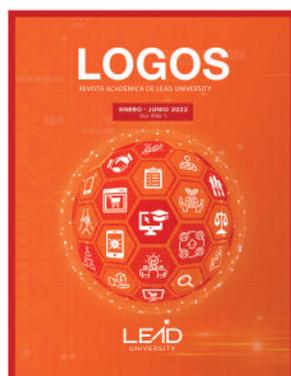
**VOL. 2 No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



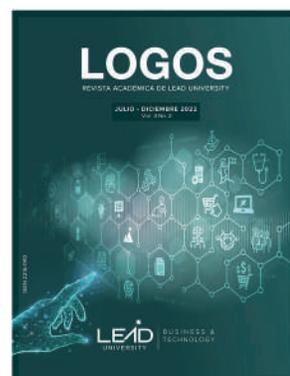
**VOL. 2 No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



**VOL. 3 No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



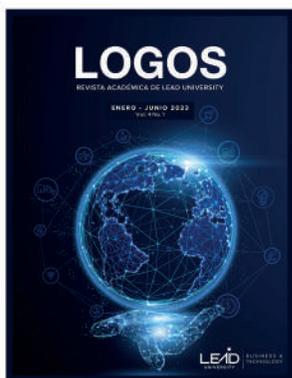
**VOL. 3 No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*

---

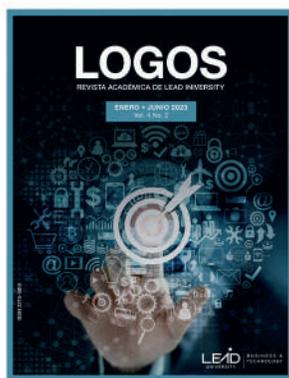
---

## REVISTA ACADÉMICA LOGOS



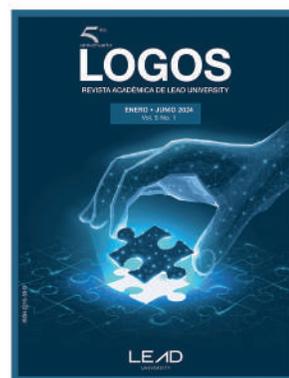
**VOL. 4 No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



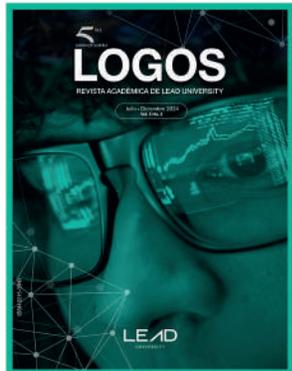
**VOL. 4 No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



**VOL. 5 No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*



**VOL. 5 No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista*

---

---

## DEBATES DE POLÍTICA PÚBLICA



**SERIE DEBATES  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 1**



*Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista*

### **PROPUESTA PARA UNA MEJOR REGULACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN COSTA RICA**

*Uri Weinstok*



**SERIE DEBATES  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 2**



*Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista*

### **EFECTOS Y DEFECTOS DE LA REGULACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS EN COSTA RICA. NUEVOS DESAFÍOS ANTE NUEVOS PARADIGMAS**

*Dennis Meléndez Howell, Marlon Yong Chacón,  
José Eduardo Angulo Aguilar*



**SERIE DEBATES  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 3**



*Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista*

### **¿ES NECESARIA UNA INTERVENCIÓN EN EL MERCADO DE MEDICAMENTOS DE COSTA RICA?**

*Diego Petrecolla, Uri Weinstok*

---

## COMPENDIOS DE POLÍTICA PÚBLICA



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 1

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**ACCIONES DE POLÍTICA PÚBLICA  
PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA  
POST COVID-19**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 2

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA POST INGRESO  
DE COSTA RICA A LA ORGANIZACIÓN PARA LA  
COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE)**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 3

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA  
SOBRE LA FACILITACIÓN DE COMERCIO**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 4

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA.  
DESAFÍOS COSTA RICA DIGITAL 2021**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 5

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA. LA RECONFIGURACIÓN  
DE LAS CADENAS DE VALOR: EL PAPEL Y LAS  
IMPLICACIONES DEL NEARSHORING PARA LA REGIÓN**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 6

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA.  
COSTA RICA: UN AÑO DESPUÉS  
DE SU INCORPORACION A LA OCDE**

## COMPENDIOS DE POLÍTICA PÚBLICA



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 7

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA  
EL MERCADO DEL ARROZ: REGULACIÓN ACTUAL  
Y ACCIONES PARA SU APERTURA**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 8

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA  
BENEFICIOS Y OPORTUNIDADES  
DE LA ATRACCIÓN DE NÓMADAS DIGITALES**



COMPENDIO  
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 9

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA  
¿QUÉ SE ESPERA SOBRE LA EVOLUCIÓN  
DEL TIPO DE CAMBIO?**

## INVESTIGACIONES



SERIE INVESTIGACIONES No. 1

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**COSTA RICA: UN PROCESO DE APERTURA INCONCLUSO.  
ANÁLISIS DE ECONOMÍA POLÍTICA DE LA APERTURA  
COMERCIAL Y EPISODIOS REVELADORES**

Ricardo Monge González, Luis Rivera Valerio



SERIE INVESTIGACIONES No. 2

Lea el código QR con la cámara de su  
smartphone para acceder a la revista

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:  
ALINEAMIENTOS Y AVANCE DE EMPRESAS  
CON PRESENCIA EN COSTA RICA**

Roxana Viquez S., Irene Viquez S.



Enero • Junio 2025  
**Vol. 6 No. 1**