



ORNITOLOGÍA PARTICIPATIVA COMO ESTRATEGIA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN LOS CAMPUS DEL TEC Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA, COSTA RICA

Nombre científico: *Aramides cajaneus*
Nombre común: Chirincoca
Nombre Inglés: Gray-necked Wood-Rail

Investiga.TEC es una publicación digital de carácter divulgativo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Es una revista cuatrimestral, gratuita y dirigida al público en general, cuyo propósito es divulgar el aporte que el TEC hace a la sociedad costarricense en distintos campos de la ciencia, la tecnología, la investigación y la extensión.

Editora

Ileana León Boza

Comité Editorial

Andrés Robles Ramírez
Dagoberto Arias Aguilar
David Porras Alfaro
Ileana León Boza
Maribel Jiménez Montero

Contacto

Teléfono: +506 2550 9566

Correo electrónico:

revistainvestiga.tec@itcr.ac.cr

Apartado postal:

159-7050, Cartago, Costa Rica.

Diseño y Diagramación

José Alejandro Mena Siles
Unidad de Publicaciones (TEC)



La fotografía de portada hace referencia al artículo que ofrecemos en la página 4, titulado "ornitología participativa como estrategia de sensibilización ambiental en los Campus del TEC y sus áreas de influencia, Costa Rica".

Créditos de la imagen:

Luis Felipe Sancho-Jiménez.
Docente, investigador y extensionista de la Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales, TEC

Presentación

En esta nueva edición de Investiga.TEC compartimos una selección de trabajos que refleja la diversidad de temas, enfoques y aportes que surgen de la investigación, la extensión y la formación académica en el Tecnológico de Costa Rica.

El número reúne aportes relacionados con el ambiente, la sostenibilidad y la economía circular. Se presenta una experiencia de ornitología participativa que promueve el conocimiento y la sensibilización sobre la biodiversidad, junto con estudios que exploran el aporte de la gerencia verde a la innovación empresarial y las posibilidades del compost municipal para fortalecer la agricultura y promover prácticas de economía circular.

En el campo de la innovación, el emprendimiento y las pequeñas y medianas empresas, se abordan temas como la colaboración estratégica, los equipos de investigación y desarrollo y la digitalización como elementos vinculados con la innovación de productos. También se analiza la relación entre identidad, bienestar, apoyo familiar y desempeño en nuevas empresas, así como las diferencias entre Pymes exportadoras y no exportadoras en aspectos como empleo, formación del personal y participación femenina.

La ciencia y la tecnología están presentes en trabajos que abordan el marco legal y las capacidades de análisis relacionadas con el cannabis medicinal y el cáñamo industrial en Costa Rica, así como en el desarrollo de ARIEL, un brazo robótico de bajo costo diseñado como herramienta para el aprendizaje de la robótica y la mecatrónica.

Desde la educación, la formación y la divulgación científica, esta edición presenta una experiencia de profesionalización docente en el área de geometría, un estudio sobre autoestima, utilidad percibida y motivación hacia la matemática en estudiantes de secundaria, y una experiencia del Capítulo Estudiantil de la Sociedad Estadounidense de Química del TEC, orientada a la formación, el desarrollo profesional y la divulgación de la ciencia.

Finalmente, se incluyen investigaciones relacionadas con el mundo laboral y la gestión universitaria. Una de ellas analiza la incorporación de aspectos éticos en los procesos de contratación de personal docente y administrativo en universidades costarricenses, mientras que otra estudia la percepción del riesgo de accidentes laborales en el sector de la construcción y la influencia de las experiencias de las personas trabajadoras en la forma de comprender y enfrentar estos riesgos.

En conjunto, los 13 artículos de esta edición muestran la amplitud del quehacer académico del TEC y su vinculación con distintos desafíos de la sociedad.

Esperamos que sus contenidos sean de interés para nuestros lectores y que esta nueva edición propicie la reflexión, el intercambio de ideas y nuevas oportunidades de colaboración.

Contenidos

Ornitología participativa como estrategia de sensibilización ambiental en los Campus del TEC y sus áreas de influencia, Costa Rica.....	4
El papel de las colaboraciones estratégicas, los equipos de I+D y la digitalización en el impulso de la innovación de productos en Pymes de Latinoamérica	12
Cannabis medicinal y cáñamo industrial en Costa Rica: Marco legal y valoración del mercado para el análisis de cuantificación de cannabinoides.....	17
¿Impulsa la gerencia verde la innovación en pymes latinoamericanas?: El rol del contexto y de las barreras percibidas.....	25
El motor invisible en las nuevas empresas: el papel de la identidad social, el bienestar emprendedor y la conexión familiar en el desempeño empresarial	30
Formación, divulgación y extensión: el trabajo del Capítulo Estudiantil de la Sociedad Estadounidense de Química del Tecnológico de Costa Rica <i>Academic Development, Outreach and Extension: The Work of the American Chemical Society Student Chapter at Tecnológico de Costa Rica</i>	37
Profesionalización Docente en Primaria en el área de Geometría. El caso de la Escuela República de Bolivia, Zona Los Santos. I semestre 2025.....	46
ARIEL: Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning <i>ARIEL: Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning</i>	53
Relationship among Self-Esteem, Perceived Usefulness of Mathematics, and Motivation toward Mathematics in Secondary Education	62
Un vistazo al proceso de contratación de personal docente y administrativo universitario en Costa Rica.....	68
Compost municipal: el TEC y la Municipalidad de Turrialba en busca de oportunidades para la agricultura y la economía circular	74
Empleo, formación del personal y participación femenina en Pymes exportadoras y no exportadoras en Costa Rica	82
Riesgo de accidentes laborales en la industria de la construcción: Percepción desde aprendizajes basados en experiencias	88

Ornitología participativa como estrategia de sensibilización ambiental en los Campus del TEC y sus áreas de influencia, Costa Rica

Luis Felipe Sancho-Jiménez

Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales
Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica
✉ lfsancho@itcr.ac.cr

María Alejandra-Maglianesi

Escuela de Agronomía
Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica
✉ mmaglianesi@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 4 de noviembre 2025 | Fecha de aprobación 30 de junio 2026

Resumen

Este trabajo es una sistematización de experiencias a partir del proyecto de investigación "Monitoreo participativo de aves silvestres en la finca La Balsa para el análisis de su estado actual de conservación y su relación con la producción agropecuaria en la Región Huetar Norte". Su objetivo fue evaluar los efectos generados en las personas no especializadas en ornitología que participaron en actividades de observación de aves, charlas, recorridos guiados, conteos de aves, reuniones de socialización y Global Big Day 2025. Participaron 47 personas con edades de 16 a 74 años, diversidad de género y niveles educativos. Los resultados revelan un impacto positivo: el 87 % de los participantes manifestó haber aprendido "Mucho", el 100 % afirmó haber adquirido una nueva perspectiva sobre la biodiversidad y más del 90 % calificó la interacción social como "Muy agradable" o "Agradable". El 97.9 % expresó su interés en continuar participando. En conclusión, se cumplieron los objetivos educativos y sociales, promoviendo el aprendizaje intergeneracional, el respeto mutuo y el fortalecimiento de capacidades comunitarias, junto con una colaboración interinstitucional.

Palabras Clave: socioambiental, extensión universitaria, interacción intergeneracional, satisfacción del participante, finca La Balsa, Costa Rica.

Abstract

This study presents an experience systematization based on the "Participatory Monitoring of Wild Birds at La Balsa Farm for the Analysis of Their Current Conservation Status and Their Relationship with Agricultural Production in the Huetar Norte Region." research project. Its objective was to assess the effects generated among non-specialists in ornithology who participated in birdwatching activities, talks, guided tours, bird counts, knowledge-sharing meetings, and the 2025 Global Big Day event. A total of 47 participants, ranging in age from 16 to 74 years, with gender diversity and different educational backgrounds, took part in the activities. The results reveal a positive impact: 87% of participants reported having learned "much," 100% stated that they had acquired a new perspective on biodiversity, and more than 90% rated social interaction as "Very pleasant" or "Pleasant." Additionally, 97.9% expressed interest in continuing to participate. In conclusion, the educational and social objectives were achieved by promoting intergenerational learning, mutual respect, and the strengthening of community capacities, with interinstitutional collaboration.

Keywords: Socio-environmental, university extension, intergenerational interaction, participant satisfaction, La Balsa Farm, Costa Rica.

Introducción

La preocupación por la pérdida de biodiversidad a nivel global ha impulsado la creación de programas educativos y de vinculación comunitaria en instituciones académicas alrededor del mundo. Se reconoce que la participación de las personas es fundamental para mitigar esta problemática, en este contexto, las aves, como indicadores biológicos de la salud de los ecosistemas, ofrecen una vía accesible y atractiva para promover la educación ambiental en entornos sociales abiertos. En esta misma línea, las universidades juegan un rol clave en la transferencia de conocimiento y la promoción de prácticas sostenibles en sus áreas de influencia [1].

Las actividades de tipo socio ambiental pretenden generar sinergias entre la academia y la sociedad mediante la ciencia y la conservación de los recursos naturales [2]. Esta interacción, a su vez, aumenta el conocimiento sobre la biodiversidad local, fomenta los vínculos sociales intergeneracionales y contribuye al bienestar personal. Ahora bien, la importancia de este trabajo radica en la necesidad de evaluar sistemáticamente la efectividad de estas actividades. En estudios recientes se ha demostrado que la participación en actividades al aire libre fortalece la conexión de las personas con la naturaleza y su disposición para involucrarse en acciones de conservación [3]. Además, la investigación sobre aprendizaje intergeneracional destaca los beneficios que surgen cuando diferentes grupos de edad colaboran, facilitando el intercambio de conocimientos y la reducción de estereotipos [4].

La evaluación de este tipo de programas se fundamenta en metodologías que enfatizan la definición clara de objetivos, la recopilación sistemática de datos y la interpretación de resultados para apoyar la toma de decisiones informadas [5]. El objetivo general de este estudio fue analizar los datos obtenidos de encuestas a participantes de las actividades evaluando el aprendizaje, la interacción social, la satisfacción y las áreas de mejora. Este estudio fomenta el aprendizaje intergeneracional y el desarrollo de vínculos comunitarios basados en el respeto por el ambiente. Frente a la alarmante pérdida global de biodiversidad [6], la participación de la sociedad en actividades de conservación resulta indispensable para crear conciencia y capacidades de acción local, elementos clave para la sostenibilidad ambiental y social. Contar con evidencia concreta sobre la satisfacción y el interés de los participantes es fundamental para mejorar la planificación, la frecuencia y la logística de estas iniciativas, incrementando así su efectividad y sostenibilidad a largo plazo [7].

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con predominancia cuantitativa, y se clasificó como un estudio de tipo descriptivo. Se evaluaron las actividades realizadas entre 2024 y 2025 en cuatro ubicaciones: finca La Balsa, la Escuela Técnica Agrícola e Industrial (ETAI), el Campus Tecnológico Local San Carlos (CTLSC) y el Campus Central del TEC en Cartago. La selección de los sitios se debe a criterios de biodiversidad y potencial para vincular a la población en concientización ambiental. El muestreo se realizó de manera no probabilística por conveniencia, registrando las respuestas de las personas asistentes a los recorridos intergeneracionales de observación de aves en San Carlos y Cartago.

La información se recolectó mediante la técnica de la entrevista semiestructurada [9]. El instrumento incluyó ítems cerrados con una escala Likert [8] y preguntas abiertas para capturar información cualitativa, esta fue aplicada en dos modalidades complementarias [9]. (A) Modalidad presencial con apoyo de un formato impreso, administradas por un asistente de investigación previamente capacitado. (B) Modalidad virtual para lo que se distribuyó un formulario en línea idéntico, elaborado en la plataforma Google Forms, debido a que el uso de esta herramienta tecnológica [10], facilitó la organización y el almacenamiento ordenado de los datos. Toda la información recolectada fue consolidada en una base de datos única para asegurar su integridad y homogeneidad. La variación entre ambas modalidades correspondió únicamente al medio de aplicación, ya que ambos instrumentos fueron idénticos en contenido y estructura.

El estudio se adhirió a los principios éticos básicos de la investigación social [11] garantizando el anonimato y el consentimiento informado de todas las personas participantes. Los datos cuantitativos fueron procesados mediante estadística descriptiva (cálculo de frecuencias y porcentajes), mientras que los datos cualitativos mediante la técnica de codificación temática [12]. Cabe aclarar que debido a la naturaleza no probabilística del muestreo y al enfoque de sistematización del estudio, no se calcularon errores de muestreo ni se aplicaron pruebas de estadística inferencial paramétrica.

Resultados

Se registraron respuestas de 47 personas participantes de un total de 150 ($n = 150$) que participaron en las actividades evaluadas. Asimismo, esta cantidad representa el 11,16 % del total de personas involucradas en el proyecto ($n = 421$). La diversidad intergeneracional va de 16 a 74 años, incluyendo hombres y mujeres con distintos niveles de formación académica. Participaron personas del grupo de Persona Adulta Mayor del TEC (PAMTEC) en San Carlos y Cartago. Además, estudiantes del Colegio Agropecuario de San Carlos, Escuela Técnica Agrícola e Industrial (ETAI), Universidad Nacional Estatal a Distancia (UNED) y del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). El proceso de intervención y su contribución a la solución del problema en la comunidad beneficiaria se manifestó de la siguiente manera:

A.- Fomento del aprendizaje y la conciencia ambiental: Las actividades incluyeron charlas informativas y recorridos guiados por expertos (Figura 1). Además, se realizaron actividades lúdicas (Figura 2), en donde se proporcionó información sobre las especies de aves locales, sus hábitats e importancia ecológica.

El 87.0% de los participantes reportó haber aprendido “Mucho” sobre las aves, y el 100% afirmó haber obtenido una nueva perspectiva sobre la importancia de la biodiversidad. Esto demuestra que la intervención fue altamente efectiva en su objetivo educativo. La actividad no solo transmite información, sino que también genera una apreciación más profunda por el entorno natural, un paso crucial hacia la conservación. Los participantes se sorprendieron por la diversidad de aves y sus comportamientos, lo que indica que la observación directa y la explicación experta son componentes clave del éxito.

Cabe señalar que las actividades permitieron a personas reinterpretar su noción del paisaje y lo que les rodea, según señalaron “Uno pasa por aquí todos los días y no se da cuenta de la vida que hay; la explicación del guía me cambió la forma de ver el campus”(Participante de PAMTEC).

B.- Promoción de la interacción social intergeneracional: Las actividades fueron diseñadas para ser inclusivas, reuniendo a adultos mayores, estudiantes y personal del TEC. El formato de recorrido y exposición facilitó la conversación y el intercambio.



Figura 1: Recorrido guiado en el Campus Tecnológico Local San Carlos Fuente: Equipo del proyecto.



Figura 2. Actividad lúdica. Fuente: Equipo del proyecto.

La interacción fue descrita como “Muy agradable” o “Agradable” por más del 90% de las personas encuestadas. El 95.0% de estudiantes y personal percibió un ambiente de respeto y colaboración. Las personas participantes destacaron el valor de “conversar y compartir” y el “intercambio de conocimientos y experiencias” entre generaciones. Las actividades lograron exitosamente crear un espacio para la cohesión social y el aprendizaje mutuo, superando posibles barreras generacionales y fomentando un sentido de comunidad. En palabras de una de las personas participantes que recuerda que esta actividad “Fue una oportunidad única para conversar y compartir con jóvenes que saben mucho de tecnología, mientras nosotros aportamos nuestra experiencia de vida” (Participante de PAMTEC).

C.- Generación de satisfacción: La calidad de la organización, el contenido y la facilitación de las actividades fueron elementos clave de la intervención que motivaron el interés (Figura 3).

La satisfacción general fue alta, con un 90.0% de estudiantes y personal calificando su participación con un “4” (en una escala de 1 a 5). Un notable 97.9% de todas las participantes expresó su deseo de participar en actividades futuras. Como sugerencia se señaló que se deben realizar las actividades “más seguido” y por “más tiempo”, esto demuestra que las actividades no solo fueron bien recibidas, sino que generó un interés sostenido. Es preciso señalar que los resultados pueden verse alterados por la predisposición de las personas participantes quienes reaccionaron afirmativamente al solicitar la participación voluntaria lo que refleja interés previo en el tema.



Figura 3: Interés en las aves de las personas participantes en el recorrido realizado en el Campus Central del TEC Cartago. Fuente: Equipo del proyecto.

D.- Identificación de áreas de mejora para la optimización: La inclusión de preguntas abiertas en las encuestas permitió a las personas participantes proporcionar retroalimentación detallada y constructiva. Las sugerencias se agruparon en categorías como frecuencia/duración, logística/accesibilidad (ej., uso de micrófonos, consideración de condiciones auditivas, explicación previa de la dificultad del recorrido) y contenido/formato (ej., visitar otros lugares, más videos). Para complementar los datos ver Cuadro 1.

Cuadro 1: Principales hallazgos

Aspecto Clave	Adultos Mayores (n=23)	Estudiantes (Turismo) (n=16)	Estudiantes (Voluntariado) (n=8)
Aprendizaje y concientización	Muy alto aprendizaje sobre aves y biodiversidad. Sorpresa por lo "desapercibido".	Muy alto aprendizaje, foco en detalles técnicos (horarios, hábitats, conteo).	Muy alto aprendizaje sobre aves y ecosistemas. Interés en adaptación, migración, simbiosis.
Perspectiva naturaleza	Todos afirman conocer mejor la naturaleza.	Mayoría confirma mejor comprensión del tema aves.	Todos afirman nueva perspectiva sobre biodiversidad.
Interacción social	Muy valorada ("agradable", "sano", "socialización").	Intercambio de conocimientos y opiniones. Ambiente de confianza.	Muy valorada, interacción intergeneracional ("muy agradable", "divertidos"). Aprendizaje de experiencias mayores.
Satisfacción general	97.9% de satisfacción	Alta (calificación común 4/5).	Muy alta (100% recomienda).
Recomendación	97.9% disposición a recomendar la actividad	Mayoría (>85%) recomienda a otros estudiantes.	100% recomienda a otros estudiantes.

Nota: El cuadro resume los datos recopilados con el estudio.

Discusión

Los resultados corroboran los beneficios educativos y sociales de las actividades de observación de aves organizadas por el TEC. La segmentación de las categorías corresponde con el carácter exploratorio de la investigación. Los resultados evidencian que el aprendizaje experiencial al aire libre fortalece el vínculo afectivo con la naturaleza y fomenta actitudes proambientales [3]. Además, los hallazgos relacionados con la interacción entre generaciones respaldan la literatura sobre aprendizaje intergeneracional, que señala su valor para el intercambio de saberes y el fortalecimiento del tejido social [4].

La alta satisfacción reportada sugiere una alineación efectiva entre los objetivos y las expectativas de las personas participantes. Esto refuerza la importancia de evaluar sistemáticamente las iniciativas de educación ambiental [5], para retroalimentar la planificación y mejorar la toma de decisiones. El papel de la ciencia ciudadana como catalizadora de procesos educativos y de cohesión comunitaria también se confirma [7]. No obstante, persiste el reto de integrar de manera más estructurada los datos recolectados por la ciudadanía en sistemas formales de monitoreo ambiental, así como de promover la continuidad y sostenibilidad de estas iniciativas.

Conclusiones

Las actividades tuvieron un impacto positivo en el aprendizaje ambiental, las relaciones intergeneracionales y la satisfacción. Estas actividades permitieron reforzar la apropiación del entorno natural, sensibilizar sobre la biodiversidad local y fortalecer la vinculación entre academia y comunidad.

Se recomienda ampliar este tipo de estudio de carácter estudio etnobiológico; específicamente, la convivencia entre las personas y las aves en las zonas de interacción (ser humano – fauna), tanto urbanas como sectores rurales en espacios agro-productivos.

En este estudio se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, esto sugiere que los resultados presentan la sistematización de la experiencia de este grupo de personas específico y no son extrapolables a la población general de Cartago o San Carlos. Por otro lado, existe un sesgo de autoselección ya que la participación en las actividades por parte de las personas de PAMTEC (San Carlos y Cartago) lo que representa una predisposición positiva hacia el ambiente, lo que podría influir en el reporte del 100% de satisfacción en algunos indicadores. Finalmente, en estas actividades específicas del proyecto participaron 150 personas, pero para preparar este trabajo se evaluaron las percepciones del 31.3% (47 participantes) como una sistematización de experiencias de extensión universitaria.

Agradecimientos

Al grupo PAMTEC (San Carlos y Cartago), al Proyecto Productivo Agropecuario (PPA), el Colegio Agropecuario de San Carlos, la Escuela Técnica Agrícola e Industrial (ETAI) que brindaron todo su apoyo en las actividades. Además, se contó con la participación de las personas estudiantes de la carrera Gestión del Turismo Rural Sostenible y Gestión en Sostenibilidad Turística.

Referencias

- [1] D. de la Rosa, P. Armentia y C. de la Calle, "Educación para el desarrollo sostenible: el papel de la universidad en la Agenda 2030," *Revista Prisma Social*, no. 25, pp. 179–202, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://revistaprismasocial.es/article/view/2709>
- [2] H. Manríquez, P. Mansilla y A. Moreira, "Hacia una conservación integrada del paisaje biogeocultural de Atacama," *Diálogo Andino*, no. 60, pp. 141–152, 2019. doi: 10.4067/S0719-26812019000300141.
- [3] J. Smith, L. Ortega y R. Hanley, "Outdoor experiential learning...," *Environmental Education Perspectives*, vol. 19, no. 3, pp. 88–102, 2023. doi: 10.1080/example_doi.
- [4] F. Molina-Luque y J. T. Fort, "Profiguración, aprendizaje-servicio y sostenibilidad: las relaciones intergeneracionales como propuesta educativa," *RIDAS. Revista Iberoamericana de Aprendizaje-Servicio*, no. 19, pp. 1–16, 2025. doi: 10.1344/RIDAS2025.19.1.
- [5] M. de Miguel Díaz, "La evaluación de programas sociales. Fundamentos y enfoques teóricos," *Revista de Investigación Educativa*, vol. 18, no. 2, pp. 289–317, 2000.
- [6] Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Alemania: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://ipbes.net/global-assessment>
- [7] F. Danielsen, N. Burgess y A. Balmford, "Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches," *Biodiversity and Conservation*, vol. 14, no. 11, pp. 2507–2542, 2014. doi: 10.1007/s10531-004-1015-2.
- [8] S. Luna, "Manual práctico para el diseño de la Escala Likert," *Xihmai*, vol. 2, no. 4, 2007. doi: 10.37646/xihmai.v2i4.101.
- [9] J. Puga y M. García, "La aplicación de entrevistas semiestructuradas en distintas modalidades durante el contexto de la pandemia," *Revista Científica Hallazgos21*, vol. 7, no. 1, pp. 52–60, 2022.
- [10] H. Leyva, M. Pérez y S. Pérez, "Google Forms en la evaluación diagnóstica como apoyo en las actividades docentes. Caso con estudiantes de la Licenciatura en Turismo," *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 9, no. 17, pp. 84–111, 2018.
- [11] A. Rodríguez, M. Viñar, M. Reyno, M. Luca, M. Sosa, M. Paz y M. Blanco, "La ética en el encuentro. Reflexiones a partir de la instrumentación del Consentimiento Informado en investigaciones cualitativas," *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, vol. 10, no. 1, pp. 252–281, 2020.
- [12] M. Castro y M. Arellano, "La teoría fundamentada en la investigación social: experiencia en un estudio sociocultural en salud," *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 33, no. 66, pp. 4–20, 2024. doi: 10.20983/noesis.2024.2.1.

Enlaces:

Personas Estudiantes - <https://forms.gle/QdnNav2ur3hGcwXY6>

Grupo PAMTEC - <https://forms.gle/a5zpVuW5jVshRLLJ9>

Sobre las personas autoras

Luis Felipe Sancho-Jiménez

Bachiller en Turismo Ecológico (UCR), Licenciado en Gestión Ecoturística (UCR), con una Maestría Académica en Desarrollo Sostenible con Énfasis en Promoción y Animación Socio Ambiental (UCR). Docente, investigador y extensionista de la Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales, TEC. <https://orcid.org/0000-0001-9743-8890>

María Alejandra Maglianesi

Bióloga (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) con una maestría en Manejo y Conservación de Vida Silvestre (Universidad Nacional, Costa Rica) y un doctorado en Recursos Naturales (Universidad de Goethe, Alemania). Catedrática de la Universidad Estatal a Distancia. Docente, investigadora y extensionista, Escuela de Agronomía del TEC. <https://orcid.org/0000-0002-4053-6956>

El papel de las colaboraciones estratégicas, los equipos de I+D y la digitalización en el impulso de la innovación de productos en Pymes de Latinoamérica

Margie Faith-Vargas

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ mfaith@itcr.ac.cr

Esteban Lafuente

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ elafuente@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 25 de febrero 2026 | Fecha de aprobación 3 de agosto 2026

Resumen

En un entorno cada vez más competitivo, las empresas enfrentan el desafío de digitalizar sus procesos para el desarrollo de productos innovadores. Se ha evidenciado que la clave está en co-innovar, estableciendo estrategias de colaboración y aprovechando la digitalización para favorecer la innovación de productos. En una investigación realizada en el marco de una tesis doctoral desarrollada en la Escuela de Administración de Empresas del Tecnológico de Costa Rica (TEC), se estudió el papel que desempeñan el desarrollo de colaboraciones estratégicas, la conformación de equipos de investigación y desarrollo (I+D) y la digitalización en el impulso de la innovación de productos. El presente artículo incluye una síntesis de los resultados más relevantes y sus implicaciones prácticas para las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Latinoamérica.

Palabras clave: colaboraciones estratégicas, digitalización, estrategia digital, innovación de productos, Pymes.

Abstract

In an increasingly competitive environment, firms face important challenges for digitalizing their processes and develop new products. Evidence shows that the key lies in co-innovation, establishing collaborative strategies, and leveraging digitalization to foster product innovation. A study conducted as part of a doctoral dissertation in the School of Business at the Costa Rica Institute of Technology (TEC) examined the role of strategic collaborations, internal research and development (R&D) teams, and digitalization on product innovation. This article summarizes the most relevant findings and their practical implications for small and medium-sized enterprises (SMEs) in Latin America.

Keywords: strategic collaborations, digitalization, digital strategy, product innovation, SMEs.

Introducción

La innovación empresarial, en particular entre las Pymes, es fundamental para el desarrollo económico de las naciones. Sin embargo, estas empresas enfrentan limitaciones estructurales y de recursos, así como desigualdades en el nivel de digitalización que les impiden desarrollarse adecuadamente. De ahí la importancia de analizar y, posteriormente, transferir el conocimiento sobre cómo las colaboraciones estratégicas, los equipos de I+D y la digitalización pueden mejorar su capacidad de innovación.

Primeramente, es importante definir los términos clave que guían la conceptualización de este estudio. El resultado que se valora en los modelos de análisis de la investigación tiene que ver con la innovación en productos, que implica ya sea el desarrollo de un nuevo producto o la realización de mejoras significativas en un producto ya existente [1], [2], [3]. Esto tiene relevancia, ya que se ha destacado que la actualización tecnológica de procesos productivos es cada vez más importante para la innovación de productos [4], tanto en contextos desarrollados como en contextos en vías de desarrollo expuestos a procesos de digitalización [5], [6].

Así mismo, la investigación estudia las colaboraciones estratégicas, esto es, el desarrollo de colaboraciones con diferentes actores externos a la organización, las cuales tienen el potencial de mejorar el desempeño innovador de las empresas [7], [8], [9], [10], [4]. Para el estudio se tomaron en cuenta las colaboraciones estratégicas verticales (con proveedores o clientes), y las colaboraciones horizontales (con competidores, universidades y centros de investigación).



Imagen por Art_Photo en Canva (<https://www.canva.com/>)

La digitalización, por su parte, se entiende como la integración de tecnologías digitales en los procesos del negocio [11], [12] y se ha convertido en un facilitador esencial de la innovación de producto [13]. Así mismo, se ha identificado que desarrollar e implementar una estrategia digital le permite a las empresas aprovechar las tecnologías digitales para crear y capturar valor [14].

El estudio, que forma parte de una tesis doctoral desarrollada en la Escuela de Administración de Empresas del TEC, se realizó con el propósito de divulgar el papel que desempeñan el desarrollo de colaboraciones estratégicas, la conformación de equipos de I+D y la digitalización en el impulso de la innovación de productos. La investigación se llevó a cabo debido al interés por ampliar nuestro conocimiento sobre el papel de distintos modelos colaborativos en el desempeño innovador de las Pymes.

Este artículo presenta una síntesis de los principales hallazgos, así como las implicaciones prácticas de interés para las empresas; por tanto, está dirigido a una audiencia profesional o público en general, de manera que los dueños o gerentes de Pymes, así como personas emprendedoras y otros profesionales, puedan tener acceso a esta información y comprender cómo las colaboraciones estratégicas, la conformación de equipos de I+D y la digitalización pueden mejorar su capacidad de innovación en contextos regionales.

Síntesis de la investigación

El estudio consistió en analizar las relaciones entre la co-innovación, las estrategias de colaboración, la digitalización y la innovación de productos en Pymes de Latinoamérica. Se utilizó una metodología de investigación con enfoque cuantitativo que se basó en el análisis estadístico de una base de datos recopilada mediante una encuesta *online* aplicada a Pymes en cinco países de Latinoamérica en el año 2021, la cual forma parte del proyecto internacional denominado “Los efectos de la digitalización, inteligencia artificial, big data e industria 4.0 en el trabajo de las Pymes en Latinoamérica”. Este proyecto fue desarrollado por un equipo de investigadores de cinco universidades en Argentina, Costa Rica, Ecuador, México y Uruguay [15], de las cuales el TEC fue la universidad coordinadora para la recolección de datos de las empresas en Costa Rica.

En esta encuesta, se preguntó a las empresas si realizan innovación de productos (ya sea desarrollar un nuevo producto o realizar mejoras significativas en un producto existente). También se evaluaron dos tipos de estrategias de colaboración vertical (con proveedores y con clientes), así como la colaboración horizontal con actores externos (como otras empresas o instituciones) y la presencia de un equipo permanente de I+D en la organización. Para valorar los aspectos relacionados con la madurez digital de la empresa, se indagó sobre el proceso de digitalización y si cuenta con una estrategia digital que le permita orientar sus recursos para generar valor agregado.

La metodología de análisis de los resultados se desarrolló mediante un modelo de regresión logística multinivel, reconociendo la naturaleza anidada de los datos a nivel de empresa y de país. Esto permitió analizar la influencia de las estrategias de colaboración vertical y de los equipos de I+D en la innovación de productos. Así mismo, se aplicaron modelos de regresión de elección discreta (probit) aparentemente no relacionados (SUR) para comprobar la relación entre la adopción de una estrategia digital, los procesos de digitalización, las colaboraciones de co-innovación y la innovación de productos.

Resultados del estudio

De manera muy puntual, los resultados de este análisis demostraron que las colaboraciones estratégicas con proveedores son positivas y se asocian significativamente con la innovación de producto, mientras que las colaboraciones con clientes no resultaron estadísticamente significativas. Por otra parte, la presencia de un equipo de I+D demostró tener un fuerte efecto positivo, pero moderó negativamente la relación entre la colaboración con proveedores y la innovación de productos, lo que indica un posible efecto de sustitución, esto es, las empresas encuestadas eligen seguir un camino a la hora de innovar: vía conocimiento interno (equipo de I+D) o vía conocimiento externo (colaboraciones con proveedores).

Con respecto a la digitalización, los resultados sugieren que tanto las colaboraciones de co-innovación horizontal y vertical, como los procesos de digitalización tienen un impacto positivo en la innovación de productos. Además, se encontró que los procesos de digitalización funcionan como un puente que facilita la conexión entre la adopción de una estrategia digital formal y la innovación de productos.

Conclusiones e implicaciones de la investigación

Esta investigación aporta información relevante para gerentes y dueños de Pymes, así como para emprendedores y otros profesionales, al reconocer que las colaboraciones con proveedores son una buena opción para aquellas Pymes que no cuentan con capacidades internas de I+D. Además, se resalta el rol estratégico de los equipos de I+D en la configuración de los resultados de la colaboración. Por tanto, el estudio ofrece conocimientos teóricos y prácticos para gerentes y responsables políticos que buscan mejorar la capacidad de innovación en contextos con recursos limitados.

Adicionalmente, se destacan las implicaciones estratégicas del desarrollo de colaboraciones de co-innovación para el éxito de la innovación de productos, y se evidencia cómo un proceso de transformación digital estructurado y planificado en las Pymes respalda los esfuerzos de innovación al mejorar la coordinación entre los actores que colaboran con la empresa. En términos prácticos, se presenta información útil sobre cómo configurar colaboraciones de co-innovación para apoyar la innovación de productos, destacando la importancia de la adecuación entre las estructuras internas y la adopción de tecnología.

Referencias bibliográficas

- [1] H. Chesbrough, "Business model innovation: Opportunities and barriers", *Long Range Planning*, vol. 43, no. 2–3, pp. 354–363, 2010, doi: 10.1016/j.lrp.2009.07.010.
- [2] P. Frow, S. Nenonen, A. Payne, y K. Storbacka, "Managing co-creation design: A strategic approach to innovation", *British Journal of Management*, vol. 26, no. 3, pp. 463–483, 2015, doi: 10.1111/1467-8551.12087.
- [3] E. Lafuente, A. Solano, J. C. Leiva, y R. Mora-Esquivel, "Determinants of innovation performance: Exploring the role of organisational learning capability in knowledge-intensive business services (KIBS) firms", *ARLA-Academia Revista Latinoamericana de Administración*, vol. 32, no. 1, pp. 40–62, 2019, doi: 10.1108/ARLA-10-2017-0309.
- [4] F. Vendrell-Herrero, O. F. Bustinza, y M. Opazo-Basaez, "Information technologies and product-service innovation: The moderating role of service R&D team structure", *Journal of Business Research*, vol. 128, pp. 673–687, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.01.047.
- [5] Z. J. Acs, E. Lafuente, y L. Szerb, "A note on the configuration of the digital ecosystem in Latin America", *TEC Empresarial*, vol. 16, no. 1, pp. 1–15, 2022, doi: 10.18845/te.v16i1.5926.
- [6] E. Lafuente, Z. J. Acs, y L. Szerb, "Analysis of the digital platform economy around the world: A network DEA model for identifying policy priorities", *Journal of Small Business Management*, vol. 62, no. 2, pp. 847–891, 2024, doi: 10.1080/00472778.2022.2100895.
- [7] H. Chesbrough, *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2003.
- [8] V. Ramaswamy y K. Ozcan, *The co-creation paradigm*. Stanford, CA, USA: Stanford University Press, 2014.
- [9] K. Kazadi, A. Lievens, y D. Mahr, "Stakeholder co-creation during the innovation process: Identifying capabilities for knowledge creation among multiple stakeholders", *Journal of Business Research*, vol. 69, no. 2, pp. 525–540, 2016, doi: 10.1016/j.jbusres.2015.05.009.
- [10] E. Lafuente, Y. Vaillant, y R. Rabetino, "Digital disruption of optimal co-innovation configurations", *Technovation*, vol. 125, Art. no. 102772, 2023, doi: 10.1016/j.technovation.2023.102772.

- [11] J. Holmström, M. Holweg, B. Lawson, F. K. Pil, y S. M. Wagner, "The digitalization of operations and supply chain management: Theoretical and methodological implications", *Journal of Operations Management*, vol. 65, no. 8, pp. 728–734, 2019, doi: 10.1002/joom.1073.
- [12] E. Lafuente y J. M. Sallan, "Digitally powered solution delivery: The use of IoT and AI for transitioning towards a solution business model", *International Journal of Production Economics*, vol. 277, Art. no. 109383, 2024, doi: 10.1016/j.ijpe.2024.109383.
- [13] M. E. Porter y J. E. Heppelmann, "How smart, connected products are transforming companies", *Harvard Business Review*, vol. 93, no. 10, pp. 96–114, 2015.
- [14] A. Bharadwaj, O. A. El Sawy, P. A. Pavlou, y N. Venkatraman, "Digital business strategy: Toward a next generation of insights", *MIS Quarterly*, vol. 37, no. 2, pp. 471–482, 2013, doi: 10.25300/MISQ/2013/37:2.3.
- [15] I. Bartesaghi y W. Weck, Los efectos de la digitalización, inteligencia artificial, big data e industria 4.0 en el trabajo de las Pymes en Latinoamérica. Reporte Latinoamérica. Konrad-Adenauer-Stiftung y Universidad Católica del Uruguay, Programa Regional ADELA, 2022, <https://www.kas.de/en/web/regionalprogramm-adela/single-title/-/content/los-efectos-de-la-digitalizacion-inteligencia-artificial-big-data-e-industria-4-0-en-el-trabajo-de-l>

Sobre los autores

Margie Faith Vargas

Margie Faith Vargas (MBA) es investigadora y actualmente estudiante del Doctorado en Dirección de Empresas del Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas de innovación, pymes, economía circular y digitalización. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8750-8100>

Esteban Lafuente

Esteban Lafuente (PhD) es investigador en la Escuela de Administración de Empresas del Tecnológico de Costa Rica. Sus intereses de investigación se centran en el análisis económico de las organizaciones, con énfasis en modelos de producción económica, digitalización, comportamiento organizacional y seguridad laboral. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5889-7656>

Cannabis medicinal y cáñamo industrial en Costa Rica: Marco legal y valoración del mercado para el análisis de cuantificación de cannabinoides

Catalina Rosales-López

Centro de Investigación en Biotecnología
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ crosales@itcr.ac.cr

Carlos Alvarado-Ulloa

Centro de Investigación en Biotecnología
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ calvarado@itcr.ac.cr

Margie Faith-Vargas

Centro de Investigación en Administración, Economía y
Gestión Tecnológica
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ mfaith@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 27 de marzo 2023 | Fecha de aprobación 6 de agosto 2026

Resumen

Costa Rica cuenta con un marco legal específico en el tema de Cannabis, que regula el uso de cannabis psicoactivo con fines medicinales y terapéuticos, así como la producción de cáñamo para fines alimentarios e industrial, mediante la Ley N.º 10113. Dicha legislación excluye el uso recreativo del cannabis y establece condiciones diferenciadas para productos, según su contenido de tetrahidrocannabinoides (diferentes moléculas de THC) y cannabidiol (CBD). El presente artículo analiza los principales componentes normativos y el alcance de dicha ley, destacando los requisitos básicos para cultivo, industrialización, trazabilidad, licenciamiento y fiscalización por parte del Estado costarricense. Asimismo, se presenta un estudio de *benchmarking* competitivo sobre los servicios de análisis de cannabinoides en Costa Rica, identificando siete laboratorios -privados y públicos-, que ofrecen análisis especializados de THC y CBD mediante el HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) y cromatografía de gases. Se comparan variables como la exactitud analítica, tiempo de entrega y tecnología usada. También se realiza una segmentación del mercado correspondiente a los servicios de laboratorio, orientada a productores y empresas del sector. Finalmente, se expone la capacidad técnica del Centro de Investigación en Biotecnología (CIB), del Tecnológico de Costa Rica para ofrecer los servicios analíticos validados conforme estándares internacionales, posicionándose como un actor clave en el ecosistema nacional de cannabis medicinal y el cáñamo industrial

Palabras clave: cannabis medicinal, cáñamo industrial, THC, CBD, benchmarking, Costa Rica.

Abstract

Costa Rica has a specific legal framework on the subject of Cannabis, which regulates the use of psychoactive cannabis for medicinal and therapeutic purposes, as well as the production of hemp for food and industrial purposes, through Law N.º 10113. This legislation excludes the recreational use of cannabis and establishes differentiated conditions for products, according to their tetrahydrocannabinoid (different THC molecules) and cannabidiol (CBD) content. This article analyzes the main regulatory components and the scope of said law, highlighting the basic requirements for cultivation, industrial processing, traceability, licensing and oversight by the Costa Rican State. Additionally, it presents a competitive benchmarking study on cannabinoid analysis services in Costa Rica, identifying seven laboratories –both private and public– that offer specialized THC and CBD testing using advanced techniques such as HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) and gas chromatography. Key variables such as analytical accuracy, turnaround time, and technology used are compared. The article also includes a market segmentation analysis for laboratory services, targeting producers and businesses in the sector. Finally, the technical capacity of the Biotechnology Research Center (CIB) at the Costa Rica Institute of Technology is highlighted, showcasing its ability to offer analytical services validated according to international standards, thus positioning it as a key actor in the national ecosystem of medical cannabis and industrial hemp.

Keywords: medicinal cannabis, industrial hemp, THC, CBD, benchmarking, Costa Rica.

Introducción

La planta del género *Cannabis* ha sido utilizada ampliamente con fines medicinales, industriales y recreativos. Las principales especies o subtipos reconocidos son *C. sativa*, *C. indica* y *C. ruderalis*, que se diferencian por su morfología, origen geográfico y composición química [1],[2]. En esta planta se han identificado más de cuatrocientos compuestos químicos, siendo los más conocidos el THC (tetrahydrocannabinol), responsable de los efectos psicoactivos, y el CBD (cannabidiol), asociado a usos terapéuticos sin efecto intoxicante [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Del cannabis se producen productos para vaporización, aceites y extractos, resinas, infusiones, productos medicinales regulados y derivados industriales como el cáñamo para fibras, textiles, papel y materiales de construcción, esto gracias a la presencia y los efectos de diversos cannabinoides [8]. Por ejemplo, el CBD ha demostrado eficacia terapéutica en el tratamiento de afecciones como epilepsia, dolor crónico, ansiedad y enfermedades neurodegenerativas, entre otras [4], [5], [6]. La demanda creciente de productos medicinales derivados del cannabis presenta una oportunidad para mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir la dependencia de tratamientos farmacológicos tradicionales [5], [9], [10].

Costa Rica, debido a su clima tropical y suelos fértiles, se posiciona como un territorio ideal para el cultivo de cannabis de alta calidad, lo cual representa una oportunidad estratégica para productores, emprendedores y científicos. Esta industria emergente no solo abre posibilidades de diversificación económica, generación de empleo y atracción de inversión, sino que también promete beneficios significativos en materia de salud pública.

Lo anterior hace que, en los últimos años, la industria del cannabis en Costa Rica ha impulsado la aprobación de un marco legal especializado y la creciente demanda nacional e internacional de productos derivados de esta planta. Con la promulgación de la Ley N.º 10113 *Ley del cannabis para uso medicinal y terapéutico y del cáñamo para uso alimentario e industrial* y su respectivo reglamento (Decreto Ejecutivo N.º 44695-MP-MAG-S), el país ha establecido una base normativa que regula el uso del cannabis psicoactivo con fines medicinales y terapéuticos, así como la producción de cáñamo para aplicaciones alimentarias e industriales.

De acuerdo con el contexto anterior, el Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) del Tecnológico de Costa Rica (TEC), ha desarrollado diversas líneas de trabajo en Cannabis, entre las que se destacan

el desarrollo de protocolos de cultivo *in vitro*, la identificación y cuantificación de cannabinoides en diferentes matrices, mediante técnicas cromatográficas.

En general, los laboratorios que se encargan de realizar los análisis de identificación y cuantificación de este tipo de compuestos cannabinoides juegan un papel crucial en el ecosistema asociado a la industria del cannabis, garantizando calidad, seguridad y legalidad de los productos, mediante metodologías analíticas robustas.

Este artículo presenta una revisión del marco legal y del mercado costarricense en el tema de cannabis, específicamente lo relacionado con los análisis de cuantificación de cannabinoides para productos, identificando oportunidades estratégicas para fortalecer ese sector en crecimiento.

Panorama legal del cannabis en Costa Rica

En los últimos años, Costa Rica ha desarrollado un marco normativo que regula el uso del cannabis con fines medicinales y terapéuticos, así como la producción de cáñamo con fines alimentarios e industriales. Lo anterior como una respuesta a una demanda del mercado por contar con alternativas terapéuticas y complementarias, y para fomentar nuevas oportunidades económicas, especialmente en zonas rurales. Fue así como la Asamblea Legislativa aprobó la Ley 10113 y su reglamento.

La ley tiene tres objetivos fundamentales: 1. Garantizar el derecho a la salud mediante el acceso regulado al cannabis y sus derivados para uso exclusivamente médico y terapéutico, 2. Autorizar y promover el desarrollo de la industria del cáñamo, debido a su potencial textil, alimentario y agroindustrial y 3. Impulsar el desarrollo económico en zonas rurales, priorizando a pequeños y medianos productores mediante encadenamientos productivos y acceso a licencias y financiamiento. Así, esta ley establece un marco regulatorio que abarca la producción, el trasiego, la industrialización, la comercialización, el consumo, el control de productos y la fiscalización por parte de las autoridades del Ministerio de Salud (MINSA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Costarricense sobre Drogas (ICD). Debido a que el marco normativo costarricense excluye los usos recreativos del cannabis, la Ley 10113 hace hincapié en los límites permitidos, en términos de porcentaje en peso seco de cannabinoides con efecto psicoactivo, definiéndose este efecto como la *“alteración de la percepción y modificación del estado de ánimo”* [10].

Para efectos de diferenciar los tipos de cannabis, la ley establece que el cannabis no psicoactivo o cáñamo, es la planta de cannabis y cualquier parte de ella, sea en biomasa o en cultivo, incluyendo semillas, derivados y extractos, cuyo contenido de THC (Delta-8 THC, Delta-9 THC o Delta-10 THC) es inferior al 1% del peso seco. Por el contrario, el cannabis psicoactivo es aquella planta o cualquiera de sus partes, que posea un 1% o más de THC del peso seco. Con respecto al cannabinoide denominado CBD, la legislación lo cataloga como no psicoactivo y es el que tiene aplicaciones médicas, sobre el cual no hay límites de concentración estipuladas en la ley y que son definidos también por la FDA [4], [7].

En cuanto a los productos de cannabis, la Ley 10113 establece una clasificación de acuerdo con el uso y sus efectos. Los productos cosméticos son aquellos que son *“destinados a ser puestos en contacto con partes superficiales del cuerpo humano – epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos- o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto y/o corregir los olores corporales y/o protegerlos o mantenerlos en buen estado”* [4]. Si a un producto cosmético se le atribuyen propiedades terapéuticas, deberá registrarse como medicamento. Los productos de cannabis de uso terapéutico por su parte son aquellos que son preparados para consumo, cuyos derivados o los cannabinoides, se destinan a la prevención, tratamiento o alivio de síntomas de enfermedades que no requieren supervisión o autorización médica. Los productos de cannabis de uso médico están dirigidos al tratamiento de enfermedades o aliviar síntomas, pero estos sí requieren de supervisión médica. La ley establece que los productos derivados de cannabis pueden ser aceites, alimentos, cremas o cualquier sustancia producida con cannabis y que aquellos que sean de tipo farmacéutico, deberán contar la autorización del MINSA, cumpliendo los requisitos establecidos en la legislación sanitaria correspondiente.

De esta forma, la Ley 10113 se aplicará para actividades autorizadas que abarcan producción, trasiego, industrialización, comercialización y consumo de cannabis no psicoactivo y cannabis psicoactivo, siempre y cuando este último, tenga fines exclusivamente medicinales y terapéuticos, más no recreativos. De este ámbito de aplicación, se desprende la necesidad y la importancia de que el país cuente con métodos analíticos de cuantificación de los diferentes cannabinoides regulados y que se pueda demostrar ante las autoridades competentes, las concentraciones –y con ello los límites permitidos– de estos metabolitos, especialmente de THC.

Para efecto de las actividades relacionadas con el cáñamo o cannabis no psicoactivo, la legislación indica que el cultivo, la producción, industrialización, comercialización, distribución y exportación de éste y sus derivados – textiles, alimentos, bebidas, materiales de construcción, entre otros- están permitidos siempre que el contenido de THC no sobrepase el 1% en peso seco, requiriendo una autorización previa del MAG y no una licencia formal, como sí se requiere para el cannabis psicoactivo. Las actividades relacionadas con cannabis psicoactivo, que tienen fines exclusivamente médicos y terapéuticos, requieren de autorización y controles estrictos de tipo sanitarios, trazabilidad y licenciamiento [7].

Dicha producción se puede utilizar para vender como materia prima a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) o laboratorios y establecimientos autorizados, o bien, con fines de industrialización para la elaboración de medicamentos, productos terapéuticos, cosméticos, aceites esenciales y otros de valor agregado. Las actividades de comercialización y distribución por su parte se relacionan con ventas al por mayor y al detalle, tanto en mercado interno como para exportación, siempre y cuando en el país de destino se permita legalmente. En cuanto a la investigación científica y la docencia universitaria, es permitido para la CCSS y las universidades públicas y privadas, trabajar en estos ámbitos con cannabis psicoactivo, con previa autorización del MINSA.

Finalmente se estipulan actividades que puede realizar la CCSS, entre ellos: adquirir productos derivados de cannabis, otorgar contratos de compra de productos, desarrollar investigación y generar productos en sus laboratorios.

De las actividades con cannabis psicoactivo, se requiere una licencia obligatoria otorgada por el MAG por actividades de cultivo, importación de semillas y manejo de plantas o partes de estas, o bien, por el MINSA, para actividades de industrialización y elaboración de productos derivados. Se exige en todo caso, que aquellas personas físicas o jurídicas que adquieran una licencia cumplan con normas de seguridad, trazabilidad, calidad, buenas prácticas agrícolas y de fabricación, y el control estricto del contenido de cannabinoides, particularmente THC, en los productos finales [7].

Con el marco normativo definido en materia de cannabis, las actividades autorizadas empezaron a desarrollarse en el país y con ello, un mercado nuevo. Dentro de los actores involucrados en este mercado, se incluyen los laboratorios, públicos o privados, que ofrecen servicios de detección y cuantificación de los compuestos cannabinoides, especialmente el THC. Existen diferentes metodologías analíticas que permiten obtener resultados con alta confiabilidad, como por ejemplo las técnicas de cromatografía: Cromatografía en capa fina, Cromatografía de gases y HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución) con diferentes detectores (MS, Fluorescencia, DAD, entre otros).

Mercado de servicios para detección y análisis de compuestos cannabinoides en Costa Rica

Con el objetivo de conocer el estado del mercado costarricense en relación con los servicios de análisis de interés para la valoración de productos a base de cannabis, se realizó un *benchmarking* y una evaluación de la segmentación.

El *benchmarking* es una herramienta de gestión estratégica que consiste en analizar y comparar procesos, productos, servicios y resultados con otras organizaciones del mismo segmento para identificar, adaptar e implementar mejores prácticas que mejoren el desempeño y la competitividad, o sirvan de referencia para la planificación estratégica [12], [13], [14].

El CIB requiere posicionarse en el servicio de detección y cuantificación de compuestos cannabinoides. Por ello, se realizó un *benchmarking* competitivo que incluyó la identificación de competidores, procesos por evaluar, recopilación de información para comparar diferencias y similitudes, mejores prácticas y análisis de precios, incluyendo extracción de muestras, solventes, curvas estándar y otros insumos.

El *benchmarking* requiere definir *benchmarks* o estándares de referencia para evaluar el rendimiento, la calidad o la eficiencia de un producto, servicio, proceso u organización, que pueden ser internos o externos [14]. En este estudio se utilizaron estándares externos, debido a la implementación de un nuevo servicio que compite con otros laboratorios que ofrecen servicios similares.

Para realizar un *benchmarking* competitivo entre laboratorios que ofrecen servicios de identificación y cuantificación de cannabinoides, Ferrer [15] identifica como factores clave de éxito la precisión y exactitud de los resultados, el tiempo de entrega, los costos y la estructura de precios, la tecnología y el equipamiento, la atención al cliente y soporte técnico, el alcance de los servicios ofrecidos y la capacidad para gestionar grandes volúmenes de muestras.

Para el año 2025, se identificaron siete laboratorios o empresas en Costa Rica que ofrecen el servicio de análisis de interés para esta investigación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Perfil de las empresas analizadas para este estudio en Costa Rica

Nombre de la empresa o laboratorio	Mercado meta (según tamaño de empresa)	Localización
Tecnosoluciones ¹	Grandes	San José
AGQ Labs ¹	Pymes y grandes	San José
BioAnalítica ¹	Pymes	Heredia
Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas CENIBiot- CENAT ²	Pymes y grandes	San José
Centro de Investigación en Productos Naturales CIPRONA- UCR ²	Pymes y grandes	San José
Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos ² CEQIATEC- TEC ²	Pymes y grandes	Cartago
Centro de Investigación en Biotecnología CIB- TEC ²	Pymes y grandes	Cartago

Nota. 1: Empresa privada; 2: Centro de investigación de capital público; Pymes: pequeñas y medianas empresas.

En relación con los principales métodos y análisis que llevan a cabo los laboratorios y empresas, es fundamental resaltar que elementos como el tiempo de entrega, precios de las pruebas y alcance de los análisis, por lo general, se realizan a la medida, dependiendo del tipo y volumen de muestras en cada caso particular. Entre los laboratorios que brindaron esta información, se determinó que los precios por muestra oscilan entre USD \$180 y USD \$200 (dólares estadounidenses). El rango de tiempo ronda entre 8 a 15 días hábiles.

Entre los métodos utilizados para la detección y análisis de compuestos cannabinoides, se destacan:

- Cromatografía separativa para identificar la composición del extracto: se determina composición y potencia (contenido de THC, principal componente psicoactivo).
- Perfiles de compuestos, análisis de terpenos, detección de contaminantes y/o agroquímicos, presencia de patógenos, metales pesados, ensayos de proteínas, impurezas, nitrosaminas, solventes residuales, micotoxinas, entre otros.

- Análisis de CBD y THC acreditados bajo el sistema de calidad ISO 17025 con un barrido completo de cannabinoides (CBD, CBDA, Delta-8 THC, Delta-9 THC, THC y THCA-A), así como presencia de metales, pesticidas y otros componentes.
- Cuantificación de metabolitos de *Cannabis sp.* mediante HPLC-DAD-FL en concordancia con los requisitos establecidos en la Ley 10113 y su reglamento.

La segmentación de mercado consiste en dividir un mercado heterogéneo en grupos homogéneos de consumidores con necesidades, características o comportamientos similares, con el fin de dirigir las estrategias de marketing de manera más eficaz mediante el diseño de productos, servicios y campañas adaptadas a cada segmento [16].

Asimismo, para realizar una correcta segmentación del mercado, Guardia y Hernández [17] definen algunas metodologías que, aplicadas en el sector agrícola productor de cáñamo e industrial que utiliza esta planta, podrían visualizarse como se muestra en la Figura 1.

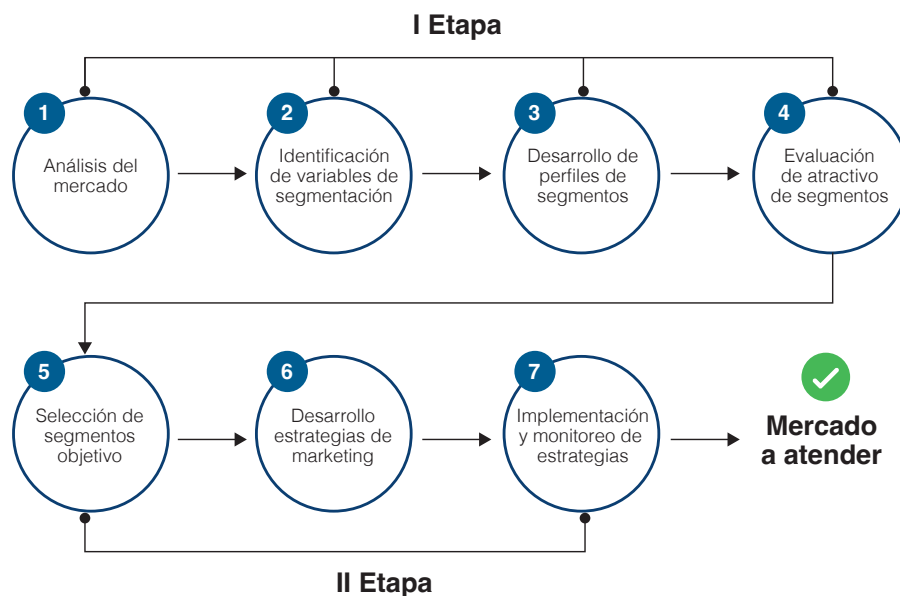


Figura 1 Proceso de segmentación del mercado. **Fuente:** propia, elaborado con información adaptada de [17].

Para la presente investigación, y de acuerdo con la Figura 1, se destaca que el alcance de este proyecto abarca la I Etapa y, posteriormente, se puede valorar la implementación de las estrategias y el monitoreo según la selección de los segmentos objetivo, de acuerdo con el análisis de *benchmarking* competitivo realizado:

1. **Análisis del mercado.** el mercado costarricense es emergente, regulado por la Ley 10113 y con presencia de competidores nacionales privados, así como de otros centros de investigación de capital público. Se destacan en el Gran Área Metropolitana del país, lo que puede implicar limitaciones de cobertura para productores o empresas ubicados fuera de esta zona.
2. **Identificación de variables de segmentación.** Se resaltan la ubicación geográfica, el tamaño de empresa a atender, así como el sector de la economía en el que se encuentra (agricultura, industria, comercio o servicios).
3. **Desarrollo de perfiles de segmentos.** Según las variables identificadas, posteriormente se pueden detallar los perfiles de segmentos, entre los cuales se presentan como preliminares, los siguientes: productores medicinales/terapéuticos, empresas alimentarias, empresas de cosmética, productores industriales, universidades u otros centros de investigación.

- 4. Evaluación del atractivo de segmentos.** Con base en los perfiles, se puede realizar una selección preliminar de los que resulten más atractivos para atender sus necesidades, por ejemplo, de productores de medicinales o de alimentos, seguidos por la industria cosmética.

Conclusión

La regulación del cannabis en Costa Rica contenida en la Ley 10113 y su reglamento, exige autorizaciones institucionales y análisis técnicos dirigidos a verificar el contenido de CBD y THC en materias primas, medicamentos y otros productos afines, generando oportunidades para laboratorios especializados en la detección y cuantificación de cannabinoides.

Aunque este mercado de servicios de detección de cannabinoides es aún incipiente y se concentra en el Gran Área Metropolitana, presenta un importante potencial de crecimiento. Es así como las universidades públicas, como el Tecnológico de Costa Rica, pueden desempeñar un papel estratégico mediante la investigación y la prestación de servicios analíticos, contribuyendo al desarrollo de este sector emergente bajo estándares de calidad y en cumplimiento del marco legal vigente.

Para más información de los servicios que ofrece el CIB, puede consultar en el sitio web <https://www.tec.ac.cr/servicios-ordinarios-laboratorio> o bien, al teléfono 2550-9411.

Agradecimientos

Los resultados mostrados son derivados de un proyecto de investigación financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado: "Validación de un método de cuantificación de metabolitos de *Cannabis sp.* mediante HPLC-DAD-FL".

Referencias

- [1] McPartland, J. M. (2017). Cannabis sativa and Cannabis indica versus "Sativa" and "Indica". In *Cannabis sativa L.-botany and biotechnology* (pp. 101-121). Cham: Springer International Publishing.
- [2] Stella, N. (2023). THC and CBD: Similarities and differences between siblings. *Neuron*, 111(3), 302-327.
- [3] Burstein, S. (2015). Cannabidiol (CBD) and its analogs: a review of their effects on inflammation. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 23(7), 1377-1385.
- [4] Crippa, J. A. D. S., Zuardi, A. W., Garrido, G. E., Wichert-Ana, L., Guarnieri, R., Ferrari, L., ... & Busatto Filho, G. (2004). Effects of cannabidiol (CBD) on regional cerebral blood flow. *Neuropsychopharmacology*, 29(2), 417-426.
- [5] K. M. Vesga Pinto, y C. E. Roza Correa, Una revisión bibliográfica del cannabis medicinal y su potencial uso para el manejo del dolor, 2024.
- [6] White, C. M. (2019). A review of human studies assessing cannabidiol's (CBD) therapeutic actions and potential. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 59(7), 923-934.
- [7] R. C. Clarke, y M. D. Merlin, Cannabis: Evolution and Ethnobotany. University of California Press, 2013.
- [8] Ramos Atance, J. A., & Fernández Ruiz, J. (2000). Cannabinoides: propiedades químicas y aspectos metabólicos. *Monografía cannabis*, 41.
- [9] G. E. Ángeles López, F. Brindis, S. C. Niizawa, y R. Ventura Martínez, "Cannabis sativa L., una planta singular". Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, vol. 45, no. 4, 2014. [En línea]. Disponible: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v45n4/v45n4a4.pdf>

- [10] Ley del cannabis para uso medicinal y terapéutico y del cáñamo para uso alimentario e industrial, Ley N.º 10113. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2022. La Gaceta, N.º 44, 2 de marzo de 2022.
- [11] Reglamento a la Ley N.º 10113: Ley del cannabis para uso medicinal y terapéutico y del cáñamo para uso alimentario e industrial (Decreto Ejecutivo N.º 44695-MP-MAG-S). Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica, 2024. La Gaceta N.º 195, Alcance N.º 173, el 18 de octubre de 2024.
- [12] T. Briones-Veliz, D. Carvajal-Avila, y R. Sumba-Bustamante, "Utilidad del benchmarking como estrategia de mejora empresarial". *Polo Del Conocimiento*, vol. 6, no. 3, pp. 2026–2044, 2021. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7926897.pdf>
- [13] H. Ore Quiroz, W. Aldana Juarez, C. Salazar Sandoval, y L. Pantoja-Tirado, "Benchmarking como herramienta gerencial en las empresas: Revisión bibliográfica". *Llamkasun*, vol. 2, no. 2, pp. 54–65, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i2.41>
- [14] R.R. Chavez Manayalle, y A.J. Fernández Coronel, "Benchmarking como estrategia en las organizaciones". *Rev. Horizonte Empresarial*. vol. 10, no. 1, pp. 185-196, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.26495/rce.v10i1.2483>
- [15] D.K. Ferrer Rivera, "La importancia del benchmarking en las organizaciones", Tesis de Bachillerato, Esc. Prof. Administración, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, 2019. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7332>
- [16] M.A. Isla Ormeño, "Plan de negocios para implementar un laboratorio de salud ocupacional para medición de citostáticos", Tesis de Maestría, Dpto. Ing. Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188425>
- [17] J. A. Guardia Jaimes, y F. A. Hernández Vega, "Métodos de la segmentación de mercado. Revisión sistemática de la literatura", Tesis de Licenciatura, Esc. Prof. Administración, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2021. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66942>

Sobre los autores

Catalina Rosales-López

Catalina Rosales López (PhD) es Ingeniera en Biotecnología del Tecnológico de Costa Rica, Maestría en Ciencias especialidad en Biotecnología del Tecnológico de Monterrey, México y Doctorado en Gestión de Productos Naturales del programa DOCINADE. Es profesora e investigadora de la carrera Ingeniería en Biotecnología. Sus intereses de investigación se centran en Bioprocesos y Productos Naturales. <https://orcid.org/0000-0001-8336-0498>

Carlos Alvarado-Ulloa

Carlos Alvarado Ulloa (MEng) es Ingeniero en Biotecnología y Máster en Sistemas Modernos de Manufactura del Tecnológico de Costa Rica. Es profesor e investigador de la Escuela de Biología y Director del Centro de Vinculación. Sus intereses de investigación se centran en cultivo de tejidos vegetales, propiedad intelectual, bionegocios y transferencia tecnológica. <http://orcid.org/0000-0002-3739-2701>

Margie Faith-Vargas

Margie Faith Vargas (MBA) es Ingeniera en Biotecnología, Máster en Administración de Empresas con énfasis en Mercadeo y actualmente estudiante del Doctorado en Dirección de Empresas del Tecnológico de Costa Rica. Es profesora e investigadora de la Escuela de Administración de Empresas. Su investigación se centra en temas de innovación, pymes, economía circular, bionegocios y digitalización. <http://orcid.org/0000-0002-8750-8100>



¿IMPULSA LA GERENCIA VERDE LA INNOVACIÓN EN PYMES LATINOAMERICANAS?: EL ROL DEL CONTEXTO Y DE LAS BARRERAS PERCIBIDAS

Ana Gabriela Viquez-Paniagua

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica
✉ aviquez@itcr.ac.cr

Juan Carlos Leiva

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ jleiva@itcr.ac.cr

Erick Guillén Miranda

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ erickguillen@itcr.ac.cr

Ronald Mora-Esquivel

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ rmora@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 11 de diciembre 2025 | Fecha de aprobación 4 de agosto 2026

Resumen

En el escenario actual, donde el cambio climático amenaza la biodiversidad de América Latina, las pequeñas y medianas empresas (pyme) juegan un rol crucial. La investigación que se aborda en este artículo analiza la relación entre la implementación de prácticas de gerencia verde, las barreras percibidas para la sostenibilidad y el desempeño innovador en pymes de la región. Mediante un modelo de ecuaciones estructurales aplicado a una muestra de 16 países, nuestros resultados indican que la adopción de prácticas verdes no solo colaboran con la protección al ambiente, sino que se convierten en un motor de la innovación. Además descubrimos que la influencia del contexto institucional (leyes, cultural, desarrollo) altera significativamente cómo las empresas transforman los desafíos de sostenibilidad en resultados innovadores, siendo esto vital para gerentes y formuladores de políticas públicas.

Palabras claves: gerencia verde, innovación, pymes, sostenibilidad, Latinoamérica

Abstract

In the current landscape, where climate change threatens biodiversity in Latin America, small and medium-sized enterprises (SMEs) play a crucial role. This research analyzes the relationship between the implementation of green management practices, perceived barriers to sustainability, and innovative performance among SMEs in the region. Using a structural equation model applied to a sample from 16 countries, our findings indicate that adopting green practices not only contributes to environmental protection but also acts as a driver of innovation. Furthermore, we found that the influence of the institutional context (legal, cultural, and developmental factors) significantly alters how companies transform sustainability challenges into innovative outcomes. These insights are vital for both managers and public policymakers.

Keywords: green management, innovation, SMEs, sustainability, Latin America.

Introducción

América Latina cuenta con abundantes recursos naturales, pero es altamente susceptible a los efectos adversos del cambio climático. En este contexto, priorizar el desarrollo sostenible es un elemento imperativo. Las pymes, como actores económicos vitales, son fundamentales en este esfuerzo.

Sin embargo, existe una pregunta crítica en la literatura y en la gestión empresarial: ¿paga ser verde?, específicamente, ¿cómo contribuyen las prácticas de gestión ambiental a la capacidad de una empresa para innovar?.



La gerencia verde se refiere a las prácticas de gestión implementadas por las empresas para proteger, preservar y restaurar sistemáticamente el medio ambiente mediante actividades operativas relacionadas con diversos aspectos, tales como el agua, la energía, los residuos, el embalaje y los proveedores, entre otros [1], [2]. La evidencia previa sugiere que estas prácticas podrían impulsar la innovación [3], [4], pero la mayoría de los estudios se centraban en economías desarrolladas o estudiadas en países como China [5], [6], dejando un vacío latente en lo que respecta a la realidad latinoamericana.

Este estudio, trata de profundizar en como la gerencia verde incluye en la innovación y qué papel juegan las barreras percibidas, refiriéndose a la valoración que hacen los gerentes sobre las dificultades para ser sostenibles, analizando además el entorno país, en donde se consideran leyes y cultural.

Método

Para responder las interrogantes planteadas, se utilizaron datos recolectados por el Observatorio Iberoamericano de la MiPymes (ISO) en 2022. La muestra final, tras realizar una depuración de datos para asegurar la robustez estadística, comprendió 11319 pymes en 16 países de América Latina.

Se aplicó un diseño de investigación cuantitativo riguroso en tres fases, la fase inicial mediante un análisis factorial exploratorio [7] validó las variables de gerencia verde, barreras percibidas e innovación. La segunda fase consistió en un análisis de conglomerados (clúster) para asegurar a los países según su contexto institucional formal (leyes y tipo de economía) e informal (cultura y entorno social). Finalmente la fase tres mediante un modelado de ecuaciones estructurales (SEM) probó las relaciones de causa efecto entre las variables contempladas en el estudio para así poder realizar un análisis multigrupo para poder detectar las diferencias según el contexto país basado en lo que ya estudios previos han sugerido [8], [9], [10], [11].

Resultados

La investigación permite identificar que, en el ámbito latinoamericano, existe una sinergia clara entre la sostenibilidad y la innovación, pero esta dinámica no es uniforme en todos los países.

A nivel general, los resultados confirman que la gerencia verde tiene un efecto positivo y significativo sobre el desempeño innovador. Esto sugiere que cuando las pymes adoptan prácticas como la gestión de residuos, eficiencia energética o consideraciones ambientales están simultáneamente estimulando su capacidad de innovar tanto en productos como en procesos. A continuación se presentan los hallazgos principales relacionados con la implementación de prácticas de gerencia verde.



- A. El rol de las barreras percibidas, contrario a lo que se podría pensar para la sostenibilidad no frena siempre la innovación. El estudio encontró que una percepción favorable sobre estas barreras media parcialmente la relación incidiendo positivamente en el desempeño innovador.
- B. La paradoja del contexto institucional, al dividir los países entre aquellos con contextos más favorables (mayor PIB, mejores regulaciones) y los menos favorables, encontramos un resultado muy revelador, el efecto de la gerencia verde sobre la innovación es más pronunciado en contextos institucionales menos favorables.

En países con menor apoyo estructural, las pymes que apuestan por lo verde, parecen utilizarlo como un mecanismo potente de diferenciación y legitimación social, obteniendo mayores retornos en innovación que sus pares en países desarrollados.

- C. Finalmente, nuestros resultados apuntan a que las diferencias en la percepción gerencial marcan una pauta en contextos formales fuertes (países con mayor desarrollo de sus instituciones). Los gerentes priorizan prácticas como certificaciones ambientales y gestión de energía. Mientras que, en contextos menos favorables, la innovación se ve impulsada por cambios en la organización, sugiriendo que la gerencia verde actúa como un sustituto de la falta de soporte o apoyo externo.

Conclusiones e implicaciones del estudio

La gerencia verde se relaciona positivamente con el desempeño innovador de las pymes analizadas en América Latina indicando que posiblemente para estas empresas la sostenibilidad no es un costo hundido, sino una inversión estratégica.

Lo anterior conlleva importantes implicaciones prácticas, primeramente, para los gerentes de las pymes es vital cambiar la mentalidad de que la sostenibilidad es solo un gasto. La evidencia de nuestro estudio muestra que ser verde mejora la capacidad de innovación, por lo que se recomienda invertir en la capacitación de personal en temas ambientales y promover certificaciones en este ámbito ya que esto se ve traducido en mejoras e innovaciones en procesos y productos.

Una segunda implicación práctica que detectamos es que los programas académicos en las universidades deben de integrar la sostenibilidad y la innovación como conceptos que se lleven de la mano. Es imperativo formar a futuros gerentes para que comprendan sobre cómo manejar las barreras del entorno utilizando la gestión ambiental como una palanca hacia la competitividad empresarial.



Finalmente, para formuladores de políticas públicas es indispensable tener presente que el carácter de las políticas no puede ser genérico. En países con contextos institucionales débiles el apoyo debe ser directo para fomentar la gerencia verde y que esta incide directamente en la innovación empresarial. Por otro lado, en países con contextos más fuertes, el enfoque debe procurar una reducción de barreras (burocracia, costos, entre otros) para que las empresas logren una capitalización mayor de los esfuerzos en materia de sostenibilidad.

La gerencia verde en América Latina es más que una moda o una obligación, es una estrategia de supervivencia y crecimiento, por ende, comprender cómo el entorno moldea esta realidad impactará en que las pymes no lo puedan sobrevivir sino que puedan seguir creciendo de la mano con la innovación.

Referencias

- [1] S. Ambec and P. Lanoie, "Does it pay to be green? A systematic overview," *Academy of Management Perspectives*, vol. 22, no. 4, pp. 45–62, 2008, doi: 10.5465/amp.2008.35590353.
- [2] C. Shu, M. Zhao, J. Liu, and W. Lindsay, "Why firms go green and how green impacts financial and innovation performance differently: an awareness-motivation-capability perspective," *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 37, no. 3, pp. 795–821, 2020, doi: 10.1007/s10490-018-9630-8.
- [3] N. Darnall and D. Edwards, "Predicting the cost of environmental management system adoption: the role of capabilities, resources and ownership structure," *Strategic Management Journal*, vol. 27, no. 4, pp. 301–320, 2006, doi: 10.1002/smj.518.
- [4] M. C. Cuerva, Á. Triguero-Cano, and D. Córcoles, "Drivers of green and non-green innovation: empirical evidence in Low-Tech SMEs," *Journal of Cleaner Production*, vol. 68, pp. 104–113, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.10.049.
- [5] C. Shu, K. Z. Zhou, Y. Xiao, and S. Gao, "How green management influences product innovation in China: the role of institutional benefits," *Journal of Business Ethics*, vol. 133, no. 3, pp. 471–485, 2016, doi: 10.1007/s10551-014-2401-7.
- [6] Y. Zhou, C. Shu, W. Jiang, and S. Gao, "Green management, firm innovations, and environmental turbulence," *Business Strategy and the Environment*, vol. 28, no. 4, pp. 567–581, 2019, doi: 10.1002/bse.2265.
- [7] J. F. Hair, B. J. Babin, R. E. Anderson, and W. C. Black, *Multivariate Data Analysis*, 8th ed. NJ, USA: Pearson Prentice, 2019.
- [8] J. C. Anderson and D. W. Gerbing, "Structural equation modeling in practice: a review and recommended two-step approach," *Psychological Bulletin*, vol. 103, no. 3, pp. 411–423, 1988, doi: 10.1037/0033-2909.103.3.411.
- [9] J. Arbuckle, *Amos 7.0 User's Guide*. Chicago, IL, USA: SPSS, 2006.
- [10] B. Byrne, *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.
- [11] J. Paul, A. Modi, and J. Patel, "Predicting green product consumption using theory of planned behavior and reasoned action," *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 29, pp. 123–134, 2016, doi: 10.1016/j.jretconser.2015.11.006.

Sobre los autores

Ana Gabriela Víquez-Paniagua

Ana Gabriela Víquez Paniagua (PhD) es Profesora en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas relacionados con marketing, turismo, emprendimiento y pymes. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7070-2329>. aviquez@itcr.ac.cr

Erick Guillén Miranda

Erick Guillén Miranda (MBA) es Profesor en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sus intereses de investigación se centran en empresas familiares, estrategia, y modelos de negocio. Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-1830-9524> erickguillen@itcr.ac.cr

Juan Carlos Leiva

Juan Carlos Leiva (PhD) es Profesor en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas relacionados con innovación, competitividad, emprendimiento y gestión de pequeñas empresas. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9653-4629>. jleiva@itcr.ac.cr

Ronald Mora-Esquivel

Ronald Mora Esquivel (PhD) es Profesor en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas relacionados con innovación, competitividad, emprendimiento y gestión de pequeñas empresas. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4315-0418>. rmora@itcr.ac.cr

El motor invisible en las nuevas empresas: el papel de la identidad social, el bienestar emprendedor y la conexión familiar en el desempeño empresarial

Rytha Picado-Arroyo

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ rpicado@itcr.ac.cr

Ronald Mora-Esquivel

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ rmora@itcr.ac.cr

Juan Carlos Leiva-Bonilla

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ jleiva@itcr.ac.cr

Fecha de recepción 26 de marzo 2026 | Fecha de aprobación 26 de agosto 2026

Resumen

Este artículo examina las relaciones entre el bienestar subjetivo y la identidad social de la persona fundadora de una nueva empresa, así como el apoyo familiar que recibe, con el desempeño de dicha empresa. La metodología fue cuantitativa y utilizó la base de datos del Estudio Global sobre Espíritu Emprendedor Universitario (GUESSS por sus siglas en inglés) de 2021. Los resultados indican que la identidad emprendedora de tipo darwiniano —orientada a la competencia y al logro económico— es la única que se asocia simultáneamente con mayores niveles de desempeño y bienestar subjetivo, mientras que la identidad comunitarista—centrada en el sentido de pertenencia y la identificación con una comunidad— se asocia con el bienestar subjetivo. Asimismo, la participación familiar, medida a través de la propiedad de la empresa, se relaciona con la identidad darwiniana, favoreciendo orientaciones más centradas en resultados financieros. Adicionalmente, se encuentra que el bienestar subjetivo del emprendedor se relaciona positivamente con el desempeño empresarial, y que esta relación se ve fortalecida por el apoyo familiar instrumental. El apoyo emocional, aunque relevante, actúa principalmente como un complemento que potencia los efectos del apoyo práctico. Estos hallazgos contribuyen a comprender el desempeño de nuevas empresas desde una perspectiva más integral, destacando el rol de factores personales y contextuales que trascienden la lógica económica tradicional.

Palabras clave: nuevas empresas; desempeño; bienestar; identidades sociales; apoyo familiar.

Abstract

This article examines the relationships among the founders' subjective well-being and social identity, the family support they receive, and the firm's performance. The methodology was quantitative and utilized the 2021 Global University Entrepreneurship Study (GUESSS) database. The results indicate that the Darwinian entrepreneurial identity—oriented toward competition and economic achievement—is the only one associated with both higher performance and subjective well-being, whereas communitarian identity—centered on a sense of belonging and identification with a community—is associated with subjective well-being. Furthermore, family involvement, measured through ownership of the firm, is related to the Darwinian concept of identity, favoring orientations more focused on financial results. Furthermore, the study finds that the entrepreneur's subjective well-being is positively related to business performance and that this relationship is strengthened by instrumental family support. Emotional support, while relevant, primarily complements practical support, enhancing its effects. These findings contribute to a more comprehensive understanding of startup performance, highlighting the role of personal and contextual factors that transcend traditional economic logic.

Key words: new businesses; performance; well-being; social identities; family support.

Introducción

Las nuevas empresas ubicadas en etapas iniciales en términos de su desarrollo y crecimiento [1], constituyen la principal fuente de nuevos empleos en una economía [2]. Este tipo de organizaciones operan en entornos dinámicos y complejos, caracterizados por altos niveles de incertidumbre [3], lo que impone mayores exigencias a sus fundadores al enfrentarse a desafíos empresariales significativos [4].

Uno de esos desafíos es el desempeño empresarial. La investigación sobre el desempeño de las nuevas empresas tiene sus particularidades, ya que, siguen pautas de desarrollo muy diferentes a las empresas consolidadas [4]. Debido a esto, en los últimos años, la comunidad científica sigue interesada en explorar los factores que afectan el desempeño de este tipo de firmas [5], [6], [7].

Uno de esos factores es el bienestar subjetivo que percibe la persona emprendedora, el cual constituye una parte integral de vivir una vida plena y floreciente y está íntimamente relacionado con la capacidad de las personas para trabajar, mantener relaciones saludables y experimentar emociones positivas [8]. De manera específica, existe evidencia de que dicho bienestar subjetivo se asocia con la gestión empresarial, pues entre mayor sea el bienestar, mayor es la posibilidad de obtener mejores resultados [9]. Por ejemplo, se ha demostrado que el bienestar subjetivo se relaciona con el logro de los objetivos [10] y con el crecimiento de la empresa [11].

Otro de los factores es la identidad social. Desde dicha teoría, se identifican tres tipos de identidades sociales que pueden presentar las personas que fundan una empresa: "darwiniana" (que se orientan a logros económicos), "comunitaria" (que sirven a una comunidad) y "misionera" (que persiguen una causa), las cuales impulsan distintas lógicas de acción [12]. Hay evidencia de que las características personales de los emprendedores están relacionadas con altos niveles de bienestar subjetivo y de desempeño objetivo [5].

El último factor relevante identificado, se refiere al apoyo familiar. Los empresarios pueden recibir apoyo tanto emocional como instrumental de los miembros de la familia. El apoyo emocional incluye comportamientos que brindan aliento, comprensión, atención y consideración positiva [13], mientras que el apoyo instrumental incluye aspectos más tangibles como el apoyo financiero y el acceso a redes [14]. Desde la óptica de la teoría del apoyo social, los roles y las relaciones de los miembros de la familia son considerados un recurso importante para los emprendedores, que pueden influir en todo el proceso empresarial, desde el surgimiento de la organización hasta el éxito de la empresa [15].

Partiendo de lo anterior, se identificaron dos vacíos de conocimiento. Primero, es necesario investigar los factores que influyen en el bienestar subjetivo de los emprendedores [16], [17], por lo cual se eligen las identidades sociales ya que falta profundizar sobre los efectos de este tipo de características

personales en el bienestar subjetivo [16]. Segundo, se requiere mejorar aún más la comprensión de cómo se relaciona el bienestar subjetivo con el desempeño de las nuevas empresas, debido a que, en la teoría, el bienestar se ha considerado sobre todo como una variable de resultado, pero no como un antecedente del comportamiento y resultados empresariales [18].

Para abordar esto, se plantean dos líneas de investigación con las siguientes preguntas: ¿De qué manera se relaciona la participación familiar, en términos de estructura de propiedad, con las identidades sociales de los emprendedores? Además, ¿cómo se vinculan estas identidades con la evaluación subjetiva que hacen los emprendedores de su empresa, en términos de desempeño percibido y bienestar subjetivo? Y por último ¿Cómo se relacionan el bienestar subjetivo, el apoyo familiar y el desempeño de nuevas empresas?

Método

Llevamos a cabo dos estudios cuantitativos, con nuevas empresas, entendidas como aquellas con menos de cinco años de permanencia en el mercado. Para ello se utilizó un conjunto de datos del Estudio Global sobre Espíritu Emprendedor Universitario (GUESSS por sus siglas en inglés), edición 2021. Esta base de datos contiene amplia información sobre variables relacionadas con los emprendedores universitarios, ofreciendo un valioso recurso para la investigación y ha sido utilizada en numerosos estudios sobre emprendimiento [18], [19], [7]. Utilizamos variables relativas a características sociodemográficas de los emprendedores activos, perfil del negocio emprendedor y escalas científicamente validadas para las variables de desempeño, identidades sociales, bienestar subjetivo y apoyo familiar.

La metodología del trabajo abarcó un análisis factorial confirmatorio para mostrar la confiabilidad y validez de los datos a utilizar. Posteriormente se utilizaron los métodos de modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza (CB-SEM) [20], así como un análisis de regresión multinivel (MLM) [21].

Resultados

En conjunto, los hallazgos de esta investigación permiten comprender que los resultados de las etapas tempranas de la creación de nuevos negocios de emprendedores no dependen únicamente de decisiones financieras o de racionalidad meramente económica. También guardan un vínculo con aspectos intangibles como lo son: la forma en cómo percibe el emprendedor que se siente con su vida, con el propósito que da sentido a su empresa, así como, del tipo de respaldo que percibe de su familia.

El propósito que guía el negocio y la participación de la familia

Para responder a las dos primeras preguntas de investigación se analizó cómo la participación de la familia en la nueva empresa creada por el emprendedor —medida a través del grado de propiedad familiar en su negocio— está relacionada con el sentido o identidad de propósito que guía el emprendimiento (que la literatura denomina darwiniano, comunitario o misionero) y, a partir de ellos, en la satisfacción personal del emprendedor y en los resultados del negocio. Así, los resultados muestran que no todos los propósitos emprendedores se relacionan de igual forma con el desempeño y el bienestar. En concreto:

- a. El emprendimiento competitivo, es decir, aquel en el que los emprendedores están orientados a competir eficazmente y ganar en el mercado, es el único tipo de propósito que se asocia directamente tanto con mejores resultados empresariales como con una percepción de mayor satisfacción general con la vida del emprendedor.
- b. El emprendimiento comunitario, referido al sentido de pertenencia y la identificación con una comunidad, se vincula solamente con la percepción de mayor satisfacción general con la vida del emprendedor.

- c. La participación de la familia en el negocio actúa como un factor contextual clave: está asociado no solo con resultados relacionados con la empresa, sino también con la forma en que los emprendedores se definen a sí mismos y el tipo de propósito que priorizan para su negocio.
- d. En los casos donde la familia participa activamente en el negocio, se evidencia la necesidad por asegurar la supervivencia y eficiencia económica de la empresa, lo cual se alinea directamente con un enfoque del negocio más competitivo (darwiniano), centrado en resultados, ingresos y sostenibilidad financiera.

RELACIONES ENTRE PARTICIPACIÓN FAMILIAR, IDENTIDAD EMPRENDEDORA Y RESULTADOS

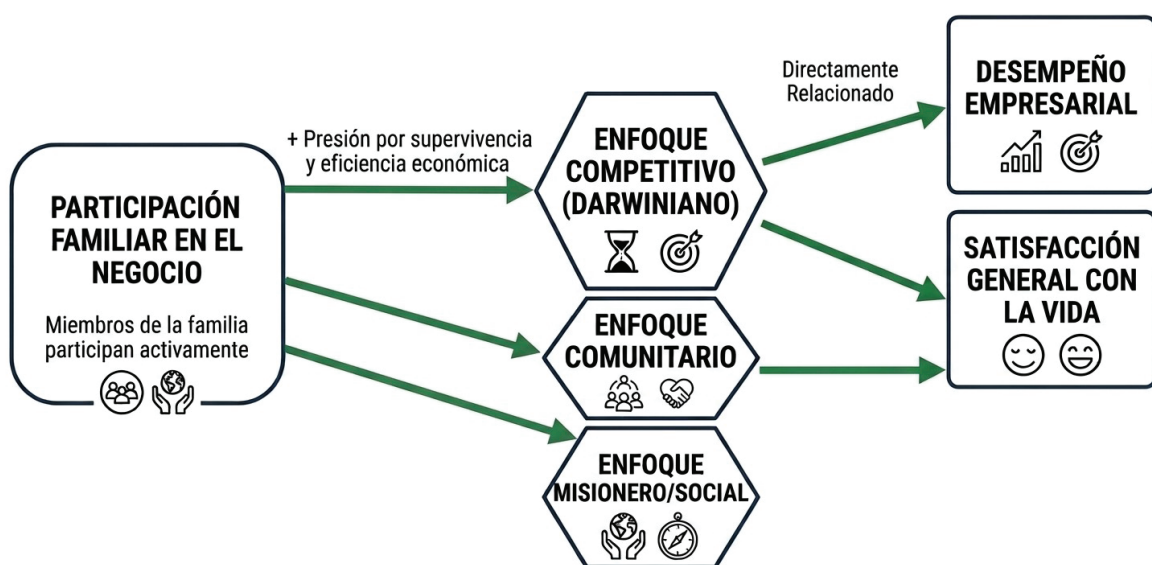


Figura 1. Participación familiar, propósito del emprendimiento y su relación con el desempeño y la satisfacción personal. Fuente: elaboración propia.

Satisfacción del emprendedor con la vida, el apoyo familiar y el desempeño de su negocio

El segundo estudio se centró en responder la tercera pregunta de investigación; analizamos cómo se relaciona y qué tan satisfecho se siente el emprendedor con su vida, el apoyo que recibe de su familia y el desempeño de su empresa. Los hallazgos principales indican que:

- a. Los emprendedores que se sienten más satisfechos con su vida en general tienden a reportar mejores resultados en sus empresas.
- b. Esta relación se fortalece de manera significativa cuando la familia se involucra activamente en el negocio, aportando trabajo, recursos financieros o acceso a contactos clave. En otras palabras, cuando la familia “se arrolla las mangas” para apoyar al emprendedor, el bienestar del emprendedor se traduce con mayor fuerza en mejores resultados empresariales.
- c. En contraste, cuando el apoyo familiar es principalmente emocional —estar ahí, escuchar, acompañar—, la relación entre satisfacción personal y desempeño se debilita. Esto puede explicarse porque este tipo de apoyo resulta especialmente valioso en las etapas iniciales del emprendimiento [14], pero pierde peso a medida que el emprendedor gana experiencia y aprende a manejar los desafíos por sí mismo [22].

- d. Finalmente, ambos tipos de apoyo no actúan de forma aislada. El acompañamiento emocional potencia los efectos del apoyo práctico, reforzando el impacto positivo del bienestar del emprendedor sobre el desempeño de la empresa.

RELACIONES ENTRE BIENESTAR SUBJETIVO, APOYO FAMILIAR Y DESEMPEÑO EMPRESARIAL

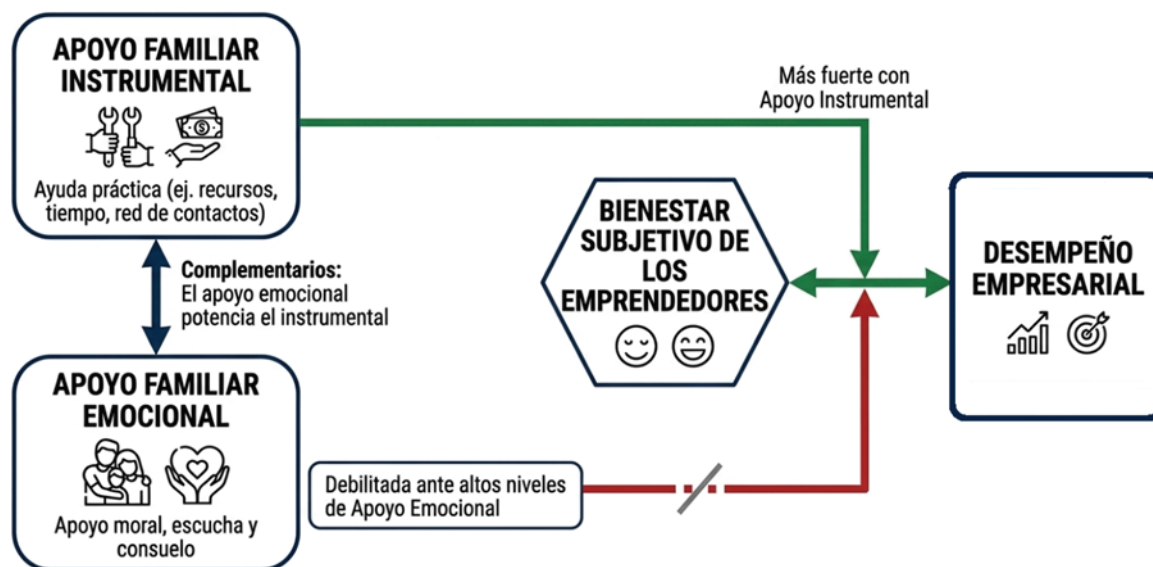


Figura 2. Relación entre satisfacción con la vida, apoyo familiar y desempeño empresarial. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los hallazgos muestran que el bienestar del emprendedor —entendido como una evaluación integral de su vida, sus logros, sus oportunidades y el rumbo que ha tomado— se asocia con mejores resultados empresariales. Sin embargo, este bienestar no actúa en el vacío: su impacto se ve claramente potenciado cuando la familia acompaña, de forma activa y práctica el proyecto emprendedor.

Además, en conjunto, los resultados muestran que el propósito con el que se emprende un nuevo negocio (identidad social) es diferente y esto se relaciona con sus motivaciones y resultados. Estos hallazgos sugieren que la participación familiar está más estrechamente relacionada con las concepciones de sí mismo como emprendedor orientadas al logro que con otros perfiles de identidad. Esa participación familiar también se asocia con los criterios con los que el emprendedor evalúa qué tan satisfecho se siente con su propia vida (bienestar subjetivo) y los resultados del negocio (desempeño).

Desde una perspectiva aplicada, estos resultados invitan a los emprendedores y a sus familias a reconocer que su relación no es únicamente afectiva, sino también estratégica. Comprender el valor del cuánto y del cómo se produce la ayuda familiar podría sumar valor al nuevo negocio del emprendedor y permitir transformar el apoyo en una colaboración más alineada con las necesidades reales del negocio.

Para universidades, incubadoras y programas de apoyo al emprendimiento, este estudio evidencia la importancia de ir más allá del acompañamiento técnico. Reconocer el propósito que guía al emprendedor y fortalecer su bienestar personal podría marcar una diferencia sustantiva en los resultados de las nuevas empresas, evitando enfoques genéricos que no conectan con la realidad de quienes emprenden.

Finalmente, para los responsables de políticas públicas y otros actores del ecosistema emprendedor, los resultados podrían sugerir que promover el bienestar del emprendedor —incluyendo temas como

salud mental, autocuidado y equilibrio entre vida personal y trabajo— no es una agenda paralela al desarrollo económico, sino una condición que puede potenciarlo de manera sostenible.

En síntesis, este estudio evidencia que el único motor del desempeño de las nuevas empresas no siempre es visible en los balances financieros. Ese motor invisible está compuesto por el propósito que da sentido a su negocio, por la percepción de su sentido de bienestar y por la calidad de los vínculos familiares que lo acompañan. Reconocer y cuidar estas otras piezas del motor invisible sería, en última instancia, una decisión estratégica a considerar para aquellos que, en sus etapas iniciales, emprenden nuevos negocios.

Bibliografía

- [1] J. Franczak, M. A. Gyensare, S. E. Lanivich, S. Adomako, and I. Chu, "How and when does founder polychronicity affect new venture performance? The roles of entrepreneurial orientation and firm age," *Journal of Business Research*, vol. 172, p. 114408, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.jbusres.2023.114408.
- [2] D. A. Shepherd, V. Souitaris, and M. Gruber, "Creating New Ventures: A review and research agenda," *Journal of Management*, vol. 47, no. 1, pp. 11–42, Jan. 2020, doi: 10.1177/0149206319900537.
- [3] G. N. Chandler, B. Honig, and J. Wiklund, "Antecedents, moderators, and performance consequences of membership change in new venture teams," *Journal of Business Venturing*, vol. 20, no. 5, pp. 705–725, Dec. 2004, doi: 10.1016/j.jbusvent.2004.09.001.
- [4] L. Jin, K. Madison, N. D. Kraiczy, F. W. Kellermanns, T. R. Crook, and J. Xi, "Entrepreneurial Team Composition Characteristics and New Venture Performance: A Meta-Analysis," *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 41, no. 5, pp. 743–771, May 2016, doi: 10.1111/etap.12232.
- [5] K. M. Hmieleski and L. D. Sheppard, "The Yin and Yang of entrepreneurship: Gender differences in the importance of communal and agentic characteristics for entrepreneurs' subjective well-being and performance," *Journal of Business Venturing*, vol. 34, no. 4, pp. 709–730, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.jbusvent.2018.06.006.
- [6] A. Kumar, R. Singh, R. Gupta, and P. K. Sinha, "Entrepreneurial competencies influence subjective well-being of subsistence entrepreneurs: Examining the mediating role of business performance," *Journal of Small Business Management*, vol. 63, no. 2, pp. 819–848, Jun. 2024, doi: 10.1080/00472778.2024.2358878.
- [7] G. Shirokova, N. Galieva, J. V. White, and D. Doktorova, "Narcissism, workaholism, family support and new venture performance: a moderated mediation model," *Small Business Economics*, vol. 63, no. 1, pp. 379–419, Nov. 2023, doi: 10.1007/s11187-023-00831-w.
- [8] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being.," *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, Jan. 2000, doi: 10.1037/0003-066x.55.1.68.
- [9] E. Diener and R. Biswas-Diener, "Will money increase subjective Well-Being?," *Social Indicators Research*, vol. 57, no. 2, pp. 119–169, Feb. 2002, doi: 10.1023/a:1014411319119.
- [10] M. A. Uy, S. Sun, and M.-D. Foo, "Affect spin, entrepreneurs' well-being, and venture goal progress: The moderating role of goal orientation," *Journal of Business Venturing*, vol. 32, no. 4, pp. 443–460, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.jbusvent.2016.12.001.
- [11] M. Drnovšek, A. Slavec, and D. Aleksić, "I want it all': exploring the relationship between entrepreneurs' satisfaction with work-life balance, well-being, flow and firm growth," *Review of Managerial Science*, vol. 18, no. 3, pp. 799–826, Mar. 2023, doi: 10.1007/s11846-023-00623-2.

- [12] E. Fauchart and M. Gruber, "Darwinians, Communitarians, and Missionaries: The role of Founder Identity in Entrepreneurship," *Academy of Management Journal*, vol. 54, no. 5, pp. 935–957, Oct. 2011, doi: 10.5465/amj.2009.0211.
- [13] L. A. King, L. K. Mattimore, D. W. King, and G. A. Adams, "Family Support Inventory for Workers: A new measure of perceived social support from family members," *Journal of Organizational Behavior*, vol. 16, no. 3, pp. 235–258, May 1995, doi: 10.1002/job.4030160306.
- [14] K. Klyver, B. Honig, and P. Steffens, "Social support timing and persistence in nascent entrepreneurship: exploring when instrumental and emotional support is most effective," *Small Business Economics*, vol. 51, no. 3, pp. 709–734, Dec. 2017, doi: 10.1007/s11187-017-9964-5.
- [15] F. Xu, F. W. Kellermanns, L. Jin, and J. Xi, "Family support as social exchange in entrepreneurship: Its moderating impact on entrepreneurial stressors-well-being relationships," *Journal of Business Research*, vol. 120, pp. 59–73, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.07.033.
- [16] U. Stephan, A. Rauch, and I. Hatak, "Happy Entrepreneurs? everywhere? A Meta-Analysis of Entrepreneurship and Wellbeing," *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 47, no. 2, pp. 553–593, Jan. 2022, doi: 10.1177/10422587211072799.
- [17] J. Wiklund, B. Nikolaev, N. Shir, M.-D. Foo, and S. Bradley, "Entrepreneurship and well-being: Past, present, and future," *Journal of Business Venturing*, vol. 34, no. 4, pp. 579–588, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.jbusvent.2019.01.002.
- [18] S. Laspita, I. Sitaridis, and K. Sarri, "The Effect of Sustainable Development Goals and Subjecting Well-Being on Art Nascent Entrepreneurship: The Moderating Role of Entrepreneurship Education," *Education Sciences*, vol. 14, no. 5, p. 491, May 2024, doi: 10.3390/educsci14050491.
- [19] J. C. Leiva, R. M. Esquivel, D. De La O Cordero, R. P. Arroyo, and M. Solís, "The entrepreneurial activity of university students in Costa Rica: the role of the university ecosystem," *International Journal of Intellectual Property Management*, vol. 12, no. 1, p. 109, Jan. 2022, doi: 10.1504/ijipm.2022.120986.
- [20] J. F. Hair, B. J. Babin, R. E. Anderson and W. C. Black, "Multivariate Data Analysis (8th ed.)", England: Pearson Prentice, 2019.
- [21] P. J. Curran and D. J. Bauer, "The disaggregation of Within-Person and Between-Person effects in longitudinal models of change," *Annual Review of Psychology*, vol. 62, no. 1, pp. 583–619, Dec. 2010, doi: 10.1146/annurev.psych.093008.100356.
- [22] J. Arregle, B. Batjargal, M. A. Hitt, J. W. Webb, T. Miller, and A. S. Tsui, "Family ties in entrepreneurs' social networks and new venture growth," *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 39, no. 2, pp. 313–344, May 2013, doi: 10.1111/etap.12044.

Sobre los autores

Rytha Picado-Arroyo

Profesora en la Escuela de Administración de Empresas y estudiante del Doctorado en Dirección de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas relacionados con emprendimiento, innovación y economía social solidaria. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3292-9060>

Ronald Mora-Esquivel

Profesor en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sus intereses de investigación se centran en el emprendimiento, la competitividad, la innovación y gestión de pequeñas empresas. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4315-0418>.

Juan Carlos Leiva-Bonilla

Profesor en la Escuela de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Su investigación se centra en temas relacionados con emprendimiento, competitividad, innovación y gestión de pequeñas empresas. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9653-4629>.

Formación, divulgación y extensión: el trabajo del Capítulo Estudiantil de la Sociedad Estadounidense de Química del Tecnológico de Costa Rica

Academic Development, Outreach and Extension: The Work of the American Chemical Society Student Chapter at Tecnológico de Costa Rica

Cristian Nájera-Obando

Estudiante de Ingeniería Ambiental
Escuela de Química

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
✉ cnajeraobando@gmail.com

Lucía Álvarez-Rojas

Estudiante de Ingeniería Ambiental
Escuela de Química

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
✉ luciaalvarezrojas23@gmail.com

Isaac F. Céspedes-Camacho

Escuela de Química
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago Costa Rica
✉ icespedes@tec.ac.cr

Fecha de recepción: 23 de abril 2026 | Fecha de aprobación 27 de agosto 2026

Resumen

El Capítulo Estudiantil de la Sociedad Estadounidense de Química (ACS) del Tecnológico de Costa Rica (TEC), fundado en 2019, promueve la formación académica, el desarrollo profesional y la divulgación científica entre estudiantes interesados en la química y áreas afines. Este Capítulo se caracteriza por su enfoque interdisciplinario, al estar conformado principalmente por estudiantes de distintas ingenierías. Sus actividades se desarrollan en torno a cuatro ejes: servicio a la comunidad, desarrollo profesional, desarrollo del Capítulo y promoción de la Química Verde. Entre sus iniciativas más representativas destacan los Festivales Nacionales de Química, así como charlas, talleres y actividades de divulgación dirigidas a públicos de diferentes edades y situaciones socioeconómicas. Además, el Capítulo fomenta la participación de sus miembros en congresos internacionales, programas de liderazgo y actividades organizadas por la ACS, fortaleciendo habilidades como la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo. El trabajo desarrollado ha sido reconocido internacionalmente por la ACS, evidenciando su impacto en la formación estudiantil y la divulgación científica.

Palabras clave: Capítulo Estudiantil, desarrollo profesional, servicio a la comunidad, divulgación científica.

Abstract

The American Chemical Society (ACS) Student Chapter at Tecnológico de Costa Rica (TEC), founded in 2019, promotes academic development, professional growth, and science outreach among students interested in chemistry and related fields. The Chapter is characterized by its interdisciplinarity, as it is mainly composed of students from different engineering programs. Its activities focus on community outreach, professional development, chapter strengthening, and the promotion of green chemistry. Among its most representative initiatives are the National Chemistry Festivals, as well as lectures, workshops, and science outreach activities aimed at diverse audiences. In addition, the chapter encourages its members to participate in international conferences, leadership programs, and other activities organized by the ACS, helping students develop skills such as communication, teamwork, and leadership. The work carried out by the Chapter has received international recognition from the ACS, highlighting its impact on student development and science outreach.

Keywords: Student Chapter, professional development, community service, scientific outreach

Introducción

La Sociedad Estadounidense de Química (ACS, por sus siglas en inglés) es una de las sociedades científicas más grandes y reconocidas del mundo. Desde su fundación en 1876, reúne a profesionales, académicos y estudiantes de la química y áreas afines, con el propósito de impulsar el avance del conocimiento científico en general, y de la Química en particular [1]. De esta manera, mediante la promoción de la investigación, la educación y la divulgación científica, la ACS contribuye al desarrollo del conocimiento y la innovación con impacto social.

El quehacer de la ACS se guía por una serie de valores fundamentales que orientan sus acciones a nivel global (Figura 1).

Pasión por la ciencia

Aprendizaje continuo

Inclusión y pertenencia

Sostenibilidad

Figura 1. Valores fundamentales de la ACS. Adaptado de [1].

Dentro de su estructura, la ACS impulsa la creación de Capítulos Estudiantiles, tanto en Estados Unidos como a nivel mundial, como una organización oficial dentro de una universidad. Los estudiantes que conforman un Capítulo Estudiantil, y que, de forma voluntaria, pagan una membresía simbólica, se convierten en miembros, con voz y voto, en las principales decisiones de la ACS, creando un fuerte sentido de pertenencia. A través de los Capítulos Estudiantiles, se desarrollan actividades académicas, de divulgación, liderazgo y vinculación con la sociedad [2]. Estas experiencias complementan la formación universitaria y fortalecen habilidades clave en los estudiantes miembros.

En América Latina, los Capítulos Estudiantiles de la ACS están presentes en Brasil, México, Colombia, Perú, Chile, Puerto Rico, Guatemala y Ecuador. En Costa Rica existen tres Capítulos Estudiantiles de la ACS: Universidad de Costa Rica (UCR), Universidad Nacional (UNA) y Tecnológico de Costa Rica (TEC). El Capítulo Estudiantil del TEC fue el segundo en fundarse en el país, consolidándose como una iniciativa estudiantil comprometida con la excelencia académica y la divulgación científica, alineada con los valores de la ACS y con la misión institucional del TEC [3].

Capítulo Estudiantil de la ACS en el Tecnológico de Costa Rica

El Capítulo Estudiantil de la ACS en el TEC fue fundado en el 2019. Su creación surgió por iniciativa del Dr. Isaac F. Céspedes Camacho, miembro de la ACS y profesor de la Escuela de Química, con el objetivo de brindar a sus miembros un espacio que les permitiera ampliar sus horizontes académicos y profesionales mediante la divulgación de la química y la ciencia en general [4]. Desde los inicios, el Capítulo del TEC se ha distinguido por su carácter interdisciplinario, siendo el primero a nivel mundial donde todos sus miembros son estudiantes de carreras de Ingeniería.

En julio del 2026, el Capítulo cuenta con 25 miembros activos provenientes de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Materiales, Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería Física, Ingeniería en Agronegocios, Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental y de Administración de Tecnologías de Información. Por otra parte, el acompañamiento académico está a cargo de dos profesores asesores los cuales guían y respaldan las actividades organizadas por y para los miembros. El Capítulo cuenta con cuatro áreas de acción (Figura 2), las cuales orientan las actividades y proyectos desarrollados.



Figura 2. Áreas de acción del Capítulo Estudiantil de la ACS en el TEC.

Servicio a la comunidad

El Capítulo Estudiantil de la ACS en el TEC ha asumido un compromiso activo con el servicio a la comunidad, promoviendo espacios accesibles donde la química se presenta de manera cercana y atractiva a todo el público. Estas acciones se complementan con estrategias de divulgación a través de posters científicos, contenido en redes sociales y materiales visuales, ampliando el alcance de las actividades y fortaleciendo el vínculo entre la academia y la sociedad.

Una de las principales acciones de divulgación desarrolladas ha sido la organización de los Festivales Nacionales de Química (Figura 3). El I Festival: *Pura Vida, Pura Química*, realizado en Cartago en el 2020, marcó un hito al convertirse en el primer festival de química de este tipo en Centroamérica [5]. Posteriormente, el II Festival: *Manos a la Química* se llevó a cabo de manera virtual en el 2021, como respuesta a las restricciones impuestas durante la pandemia. En el 2024 se desarrolló el III Festival: *¿Quién dijo Química?*, en la ciudad de Desamparados [6, 7], seguido del IV Festival: *Erupción de Ciencia*, en San Carlos durante el 2025, primero fuera de la Gran Área Metropolitana [8].

En sus ediciones más recientes, los Festivales han contado no solo con la participación de estudiantes de Capítulos nacionales, sino también con estudiantes procedentes de Brasil, Colombia, Guatemala y Perú, lo que ha fortalecido su carácter colaborativo e internacional. Estos Festivales han permitido llevar la química a diversas regiones del país, promoviendo vocaciones científicas y con una participación cada vez mayor de las comunidades visitadas. A la vez, han permitido que los estudiantes miembros del Capítulo desarrollen una serie de habilidades blandas: pensamiento crítico, resolución de conflictos, manejo del tiempo, liderazgo y comunicación efectiva, entre otras. Por otro lado, la internacionalización del evento ha generado una red de contactos muy útil para los estudiantes, en un mundo cada vez más globalizado.



Figura 3. Festivales Nacionales de Química. Costa Rica

Además de los Festivales, el Capítulo ha participado en diversas actividades de servicio a la comunidad (Figura 4), tales como el Día de las Niñas Supercientíficas, mediante experimentos y demostraciones científicas. También se han impartido charlas abiertas al público con la participación de expositores nacionales e internacionales. Asimismo, se han realizado actividades de divulgación científica dirigidas a niñas y niños en espacios como el Taller Infantil Psicopedagógico del Tecnológico (TIPTPEC) y el Patronato Nacional de la Infancia (PANI) de Costa Rica.



Figura 4. Actividades de servicio a la comunidad. Capítulo Estudiantil del TEC (ACS).

Desarrollo profesional

Uno de los pilares del Capítulo Estudiantil del TEC es el apoyo profesional a sus miembros, realizando de manera continua charlas y talleres impartidos por profesionales y profesores activos en el mercado laboral, así como por exmiembros y miembros del propio Capítulo, con el fin de fortalecer la motivación, confianza, autoestima y otras habilidades útiles para la vida y el futuro laboral de sus miembros. Las charlas brindadas por los exmiembros (i.e. antiguos estudiantes del TEC que ahora son profesionales activos) permiten a los estudiantes conocer experiencias reales sobre la inserción laboral, facilitando la toma de decisiones informadas sobre su futuro (Figura 5). Por su parte, las charlas impartidas por profesionales del sector académico e industrial acercan a los estudiantes a las competencias necesarias, a los retos y a las oportunidades del ejercicio profesional de un área en específico.

El Capítulo promueve la participación tanto del público como de sus miembros a las charlas y actividades ofrecidas directamente por la ACS, enfocadas en impartir conocimientos sobre oportunidades de proyección internacional, investigación científica, redacción de artículos, desarrollo de habilidades blandas, entre otros. La interconexión del Capítulo del TEC con otros grupos similares, a nivel nacional e internacional, permite a los estudiantes participar en intercambios académicos y culturales. Estas experiencias promueven el intercambio de ideas, el desarrollo de competencias interculturales e incluso el acceso a grupos de investigación reconocidos (Figura 5).

Por medio del Capítulo, los estudiantes miembros tienen la oportunidad de participar en congresos científicos nacionales e internacionales, así como en talleres de liderazgo. Más de 20 estudiantes del TEC han tenido la oportunidad de participar en eventos académicos internacionales, de una forma activa, ya sea con ponencias orales o presentando un póster [9, 10]. Los estudiantes que han tenido la oportunidad de participar en estos eventos han podido capacitarse en áreas como “networking”, emprendimiento y desarrollo curricular, entre otros, además de mejorar su inglés y su comunicación en ambientes académicos.



Figura 5. Participación del Capítulo Estudiantil en intercambios académicos, congresos internacionales y charlas divulgativas.

Desarrollo del Capítulo

El desarrollo y consolidación del Capítulo Estudiantil de la ACS en el TEC se ha llevado a cabo mediante un esfuerzo continuo por parte de sus miembros, los cuales trabajan por generar un impacto positivo y fortalecer un ambiente de pertenencia a largo plazo. Durante la realización de las actividades, se recibe retroalimentación por parte de los participantes y organizadores, han estructurado jornadas de reflexión y encuestas de satisfacción. De este modo, se obtiene una herramienta fundamental para la mejora continua del Capítulo, permitiendo evaluar el impacto de las iniciativas e identificando oportunidades de mejora.

Asimismo, se participa en actividades promovidas propiamente desde la ACS para los Capítulos Estudiantiles (Figura 6). La participación constante en esta iniciativa contribuye a alinear el Capítulo con los objetivos de una organización científica de reconocimiento internacional, fortaleciendo su identidad, valores y labor de divulgación científica ante la comunidad. Se busca mantener una comunicación constante y efectiva entre los miembros del Capítulo mediante la realización periódica de reuniones y actividades de integración (Figura 6).



Figura 6. Actividades de integración y celebraciones de la NCW. Capítulo Estudiantil (ACS). Costa Rica.

El Capítulo colabora con otros grupos de divulgación científica, tanto del TEC como externos, que comparten objetivos comunes en la promoción de la ciencia. Dicha interconexión permite fortalecer su visibilidad, al tiempo que enriquece su gestión interna al incorporar nuevas ideas y enfoques multi e interdisciplinarios. En este contexto, el acompañamiento y crecimiento de los profesores asesores resulta fundamental para orientar, respaldar y fortalecer cualquier iniciativa dentro del Capítulo (Figura 7).



Figura 7. Actividades de interconexión. Capítulo Estudiantil (ACS) Costa Rica.

Química verde

La Química verde representa un enfoque que busca replantear la manera en que se diseñan y desarrollan los productos y procesos químicos, promoviendo prácticas más responsables con el medio ambiente y la sociedad, a partir de doce principios que permiten reducir residuos, conservar energía, sustituir sustancias peligrosas y considerar el ciclo de vida completo de los productos, desde las materias primas hasta su disposición final (Figura 8) [11]. La ACS ha promovido activamente este paradigma entre sus Capítulos Estudiantiles, incentivando la adopción de prácticas sostenibles, la difusión de sus principios y el desarrollo de iniciativas que integren la sostenibilidad en la formación académica y la investigación.



Figura 8. Principios de la química verde. Adaptado de [12].

El Capítulo Estudiantil del TEC ha incorporado este enfoque como un eje transversal dentro de sus actividades académicas y de divulgación, con especial énfasis durante la iniciativa llamada “Los Químicos Celebran la Semana de la Tierra” (*Chemists Celebrate Earth Week*, CCEW por sus siglas en inglés). A través de charlas con personas expertas, talleres prácticos y debates interdisciplinarios que integran la química verde con la ingeniería, se ha buscado sensibilizar al estudiantado y al público general sobre la importancia de una ciencia más responsable (Figura 9). Además, el Capítulo ha promovido el conocimiento y la divulgación de los doce principios de Química verde en los laboratorios docentes de la Escuela de Química, buscando conectar con estudiantes de primer ingreso y creando conciencia en quienes serán los futuros tomadores de decisiones.



Figura 9. Actividades divulgativas de la química verde. TEC.

En el año 2020, se organizó el *Congreso Interuniversitario sobre Química Verde y Tecnologías Limpias*, en conjunto con la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional, consolidando un espacio de intercambio académico a nivel nacional. Este trabajo sostenido ha permitido que el Capítulo Estudiantil sea reconocido en múltiples ocasiones a nivel internacional.

Reconocimientos

Anualmente, la ACS organiza los Premios a las Comunidades Estudiantiles (*Student Communities Awards*), un programa que reconoce anualmente el desempeño de los Capítulos Estudiantiles a partir de sus logros y el impacto de sus actividades. Estos reconocimientos se otorgan en tres categorías principales, en orden de relevancia: Sobresaliente (*Outstanding*), Meritorio (*Commendable*) y Mención Honorífica (*Honorable Mention*). En este marco, el Capítulo Estudiantil de la ACS del TEC ha recibido múltiples galardones (Figura. 10), obteniendo el reconocimiento Sobresaliente en los periodos 2019-2020, 2020-2021 y 2024-2025, así como Meritorio durante el periodo 2023-2024 [13, 14].

Asimismo, en esta misma ceremonia la ACS otorga el Premio a la Química Verde (*Green Chemistry Award*) a aquellos Capítulos Estudiantiles que se destacan por promover activamente prácticas alineadas con los principios de la química verde. El Capítulo Estudiantil del TEC ha sido distinguido con este reconocimiento en dos ocasiones, correspondientes a los periodos 2020-2021 y 2024-2025 [13, 14].



Figura 10. Reconocimientos obtenidos. Capítulo Estudiantil. TEC (ACS).

Estos reconocimientos reflejan el impacto positivo del trabajo desarrollado por el Capítulo Estudiantil, así como la constancia y calidad de sus iniciativas académicas y de divulgación. Además, visibiliza el esfuerzo del estudiantado a nivel internacional, logrando fortalecer la proyección del TE como una institución comprometida con la excelencia académica, la innovación y el apoyo a la comunidad.

Referencias bibliográficas

- [1] American Chemical Society, "About ACS". [En línea]. Disponible: <https://www.acs.org/about.html>
- [2] S. A. White, J. A. Piechocki, y M. J. Allen, "Building an Outstanding ACS Student Chapter" en *Building and Maintaining Award-Winning ACS Student Member Chapter Volume 1: Holistic Viewpoints*, M. J. Mio y M. A. Benvenuto, Eds. Detroit, Michigan, USA: ACS, 2016, cap. 1, pp. 1-14. [En línea]. Disponible: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/bk-2016-1229.ch001>
- [3] Tecnológico de Costa Rica, "Qué es el TEC". [En línea]. Disponible: <https://www.tec.ac.cr/que-es-tec>
- [4] N. Chinchilla Bravo, "TEC cuenta con Capítulo Estudiantil Internacional adscrito a la sociedad de química más importante en el mundo", *Hoy en el TEC*, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/09/19/tec-cuenta-capitulo-estudiantil-internacional-adscrito-sociedad-quimica-mas-importante> (Consultado 1 mar., 2026).

- [5] K. Mora Pérez, "Cartago vivió primer Festival de Química de Centroamérica", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/cartago-vivio-primer-festival-quimica-centroamerica> (Consultado 1 mar., 2026).
- [6] N. Chinchilla Bravo, "Más de 200 estudiantes de distintos colegios del país vivieron experimentos científicos, en el Festival de Química", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2024/07/30/mas-200-estudiantes-distintos-colegios-pais-vivieron-experimentos-cientificos-festival> (Consultado 1 mar., 2026).
- [7] L. Ortiz Cubero, "III Festival de Química: una ventana a la ciencia", UNA Comunica, <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/breves/5509-iii-festival-de-quimica-una-ventana-a-la-ciencia> (Consultado 1 mar., 2026).
- [8] M. Delgado, "Festival de Química despertó vocaciones científicas en la Zona Norte", San Carlo Digital, <https://sancarlosdigital.com/festival-de-quimica-desperto-vocaciones-cientificas-en-la-zona-norte/> (Consultado 1 mar., 2026).
- [9] N. Chinchilla Bravo, "TEC se hizo presente en congreso de la Sociedad Estadounidense de Química", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2022/03/30/tec-se-hizo-presente-congreso-sociedad-estadounidense-quimica> (Consultado 1 mar., 2026).
- [10] N. Chinchilla Bravo, "Estudiantes de Biotecnología y Física forman parte en el ACS National Meeting 2025, en California", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2025/04/10/estudiantes-biotecnologia-fisica-forman-parte-ac-s-national-meeting-2025-california> (Consultado 1 mar., 2026).
- [11] C. Widyantoro, J. Y. Han, J. S. H. Ong, K. H. Goh, y F. M. Fung, "Teaching Sustainability through Green Chemistry: An Experiential Learning Approach", J. Chem. Educ., vol. 102, no. 7, pp. 2743-2754, jun., 2025. Consultado: 28 feb. 2026. [En línea]. Disponible: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jchemed.4c01476>
- [12] P. F. Roa Gutiérrez, "Introducción a la química verde en las universidades", Investiga.TEC, vol. 11, no. 11, pp. 8–9, feb., 2013. Consultado: 26 feb. 2026. [En línea]. Disponible: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/738
- [13] N. Chinchilla Bravo, "Capítulo Estudiantil del TEC galardonado como el Outstanding Award de la Sociedad Estadounidense de Química", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2020/11/02/capitulo-estudiantil-tec-galardonado-outstanding-award-sociedad-estadounidense-quimica> (Consultado 1 mar., 2026).
- [14] M. L. Molina Cordero, "Capítulo de Química ACS del TEC recibe doble reconocimiento internacional por excelencia y sostenibilidad", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2025/10/26/capitulo-quimica-ac-s-tec-recibe-doble-reconocimiento-internacional-excelencia> (Consultado 1 mar., 2026).

Sobre los autores

Cristian Nájera-Obando

Presidente ACS Student Chapter TEC 2025-2026. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Lucía Álvarez-Rojas

Directora de Divulgación ACS Student Chapter TEC 2025-2026. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Isaac F. Céspedes-Camacho

Advisor ACS Student Chapter TEC. Docente de la Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0003-1514-1343>

Profesionalización Docente en Primaria en el área de Geometría.

El caso de la Escuela República de Bolivia, Zona Los Santos. I semestre 2025

Jorge Luis Chinchilla-Valverde

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica; Cartago, Costa Rica
✉ jochinchilla@itcr.ac.cr

Angie Cristina Solís-Palma

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica; Cartago, Costa Rica
✉ ansolis@itcr.ac.cr

Fecha de recepción 13 de mayo 2026 | Fecha de aprobación 1 de setiembre 2026

Resumen

El proyecto de extensión “Profesionalización Docente en Primaria en el área de Geometría, Escuela República de Bolivia, Zona Los Santos” (código: 1701-1440-0007) fue ejecutado por la Escuela de Matemática del TEC durante el primer semestre de 2025. Participaron 17 docentes de primaria en cuatro talleres presenciales articulados en torno a la trayectoria concreto → representacional → digital, con integración de GeoGebra y materiales manipulativos seleccionados y adaptados. El 82,4 % del profesorado valoró positivamente la propuesta y el 88,2 % manifestó intención de incorporar lo aprendido en el aula. Estos resultados muestran una recepción favorable del proceso formativo y una disposición inicial hacia el uso de las estrategias trabajadas

Palabras clave: geometría, enseñanza de las matemáticas, formación docente en primaria, tecnología educativa, materiales didácticos.

Abstract

The extension project “Professional Development for Primary School Teachers in the Area of Geometry, República de Bolivia School, Los Santos Region” (code: 1701-1440-0007) was implemented by the Tecnológico de Costa Rica School of Mathematics during the first semester of 2025. Seventeen primary school teachers participated in four face-to-face workshops structured around the concrete → representational → digital trajectory, integrating GeoGebra and selected, adapted manipulative materials. A total of 82.4% of the teachers evaluated the proposal positively, while 88.2% expressed their intention to incorporate what they had learned into classroom practice. These results indicate a favorable reception of the training process and an initial willingness to use the strategies addressed in the workshops.

Keywords: geometry, mathematics education, primary teacher education, educational technology, teaching materials.

Introducción

La enseñanza de la geometría en primaria continúa planteando desafíos importantes en Costa Rica. El Décimo Informe Estado de la Educación [1] señala que las dificultades en matemática se acentúan cuando el profesorado no cuenta con una formación actualizada, situación que cobra especial relevancia en las zonas rurales, donde las brechas de acceso y calidad son más pronunciadas. Informes anteriores del mismo programa [2], [3] muestran que estas dificultades se han mantenido en el tiempo y requieren acciones sostenidas.

La enseñanza de la geometría plantea retos particulares. Cuando el profesorado no dispone de formación específica en esta área, el trabajo de aula puede concentrarse en procedimientos y fórmulas, dejando en segundo plano la comprensión de las propiedades y relaciones geométricas. En este contexto, la Escuela República de Bolivia, ubicada en Santa María de Dota, forma parte de un entorno educativo rural cuya comunidad ha mostrado interés en fortalecer sus procesos de actualización pedagógica, en consonancia con los desafíos señalados en los informes nacionales [1].

La Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica diseñó y ejecutó este proyecto de extensión en concordancia con el Plan Estratégico Institucional 2022-2026 [5] y el Plan Nacional de la Educación Superior [6]. El proyecto dio continuidad a un proceso formativo iniciado en el segundo semestre de 2024 en la misma institución educativa, etapa en la que se trabajaron contenidos correspondientes al área de números. Durante 2025, el proyecto se centró en el área de geometría y contó con la participación de 17 docentes de I y II ciclo de educación primaria. La continuidad del trabajo también contribuyó a consolidar la relación entre la comunidad educativa y el equipo extensionista, aspecto que resultó favorable para el desarrollo de los talleres.

El proyecto tuvo como primer objetivo fortalecer las competencias pedagógicas del profesorado de primaria en contenidos de geometría mediante estrategias didácticas concretas, representacionales y digitales, alineadas con el currículo del MEP. Con este propósito, se desarrollaron cuatro talleres presenciales centrados en ángulos, figuras planas, áreas y volúmenes de sólidos geométricos.

Además, se buscó favorecer la incorporación de estas estrategias en la práctica docente mediante materiales didácticos contextualizados, accesibles y pertinentes para el contexto rural, junto con el uso de GeoGebra como herramienta de visualización dinámica. La intención fue que el profesorado contara con recursos que pudiera integrar tanto en la planificación curricular como en el trabajo de aula.

A partir de esta experiencia, el presente artículo describe el desarrollo de la propuesta formativa y analiza la valoración realizada por el profesorado participante sobre las estrategias didácticas, los materiales utilizados, la integración de GeoGebra y sus posibilidades de incorporación en el aula.

Metodología de trabajo

Para valorar la experiencia se utilizó un diseño descriptivo que integró información cuantitativa y cualitativa. Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva, mientras que las respuestas abiertas se examinaron cualitativamente. La metodología se estructuró en cuatro etapas: (i) análisis de necesidades y selección de contenidos curriculares; (ii) diseño, producción y validación de materiales didácticos; (iii) ejecución de cuatro talleres presenciales de cuatro horas; y (iv) valoración de la experiencia mediante un formulario digital y observaciones realizadas durante el desarrollo de los talleres.

El elemento central de la propuesta fue la trayectoria concreta → representacional → digital. Esta progresión partió del trabajo manipulativo con materiales físicos, transitó por representaciones gráficas y culminó en entornos digitales con GeoGebra, con el propósito de favorecer una aproximación gradual a los contenidos geométricos.

Población y talleres.

Participaron 17 docentes de I y II ciclo de la Escuela República de Bolivia, con respaldo del director institucional y la asesora de matemática de la Dirección Regional de Educación Zona Los Santos. Se realizaron cuatro talleres presenciales entre marzo y junio de 2025:

Taller 1: Ángulos

Taller 2: Figuras planas

Taller 3: Sólidos (áreas);

Taller 4: Sólidos (volúmenes), todos alineados con los programas del MEP [7].



Figura 1. Construcción de sólidos. Fuente: elaboración propia

Cada taller siguió cuatro fases: activación de conocimientos previos, exploración con materiales concretos, conceptualización colaborativa e integración con GeoGebra. Entre las actividades desarrolladas estuvieron la piñata de polígonos, utilizada para la clasificación lúdica de figuras; los recortes y reacomodos orientados a la deducción de fórmulas de área; y el trabajo con redes de cubos, prismas y pirámides para favorecer la comprensión tridimensional. Dos estudiantes de la carrera de Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos (MATEC) apoyaron las demostraciones en GeoGebra y elaboraron una guía básica para el profesorado.

Materiales didácticos.

Con el apoyo del Taller de Publicaciones del TEC se seleccionaron, adaptaron y produjeron diversos materiales: plantillas de polígonos, redes de sólidos, un medidor de ángulos artesanal, una piñata poligonal y una guía básica de GeoGebra. En su elaboración se procuró que fueran de bajo costo, fáciles de reproducir y adecuados para las condiciones del contexto rural.

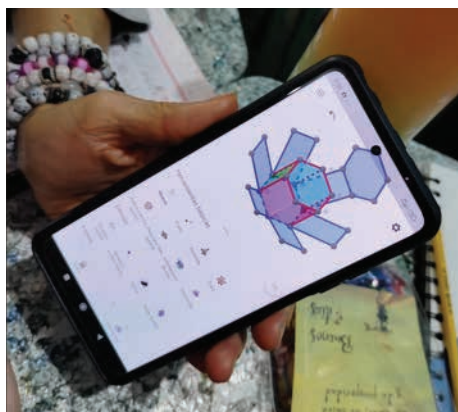


Figura 2. Construcción de sólidos GeoGebra 3D. Fuente: elaboración propia

Captación de datos.

Al finalizar los talleres se aplicó, mediante Google Forms, un cuestionario de 18 preguntas orientado a conocer la percepción del profesorado sobre la secuencia y los contenidos abordados, la utilidad de los materiales, la integración de recursos tecnológicos y las condiciones para su implementación en el aula. Las respuestas abiertas se organizaron en matrices y posteriormente se agruparon en categorías emergentes a partir de los contenidos recurrentes identificados en las respuestas.

Resultados obtenidos.

Percepción general.

De los 17 docentes participantes, 14 (82,4 %) calificaron positivamente la propuesta, dos (11,8 %) expresaron una valoración mixta y uno (5,9 %) mantuvo una posición neutral. No se registraron valoraciones negativas. Asimismo, 15 docentes (88,2 %) manifestaron intención de incorporar lo aprendido en el aula; 12 (70,6 %) destacaron la pertinencia del enfoque concreto-lúdico; siete (41,2 %) valoraron la colaboración entre pares; y tres (17,6 %) mencionaron la alineación de las actividades con los programas del MEP.

Enfoque manipulativo y lúdico.

Doce de los 17 participantes (70,6 %) destacaron la pertinencia del enfoque concreto-lúdico empleado durante los talleres. Entre los aspectos señalados se encuentra la trayectoria concreto → representacional → digital, valorada por facilitar el abordaje de los contenidos geométricos mediante distintas formas de representación. Esta valoración aparece también en comentarios como 'al descomponer y recomponer figuras pude visualizar de dónde surgen las fórmulas', expresión que ilustra la utilidad que algunos participantes atribuyeron a las actividades manipulativas para comprender determinadas relaciones geométricas. La piñata de polígonos también fue mencionada entre las actividades lúdicas que resultaron relevantes para los participantes.



Figura 3. Áreas de prismas. Fuente: elaboración propia

Integración de GeoGebra.

Doce de los 17 docentes hicieron referencia explícita a GeoGebra al valorar las actividades desarrolladas. Entre los aspectos destacados se encuentran su utilidad para visualizar ángulos de manera dinámica, transformar polígonos y modelar sólidos geométricos en tres dimensiones. Una docente con 25 años de servicio señaló que 'el tema del volumen con GeoGebra es aplicable al aula', mientras que otro participante indicó que su utilización le brindó 'más seguridad para enseñar geometría'. Al mismo tiempo, el acceso limitado a recursos tecnológicos en el aula apareció como la principal dificultad para incorporar esta herramienta a la práctica docente.

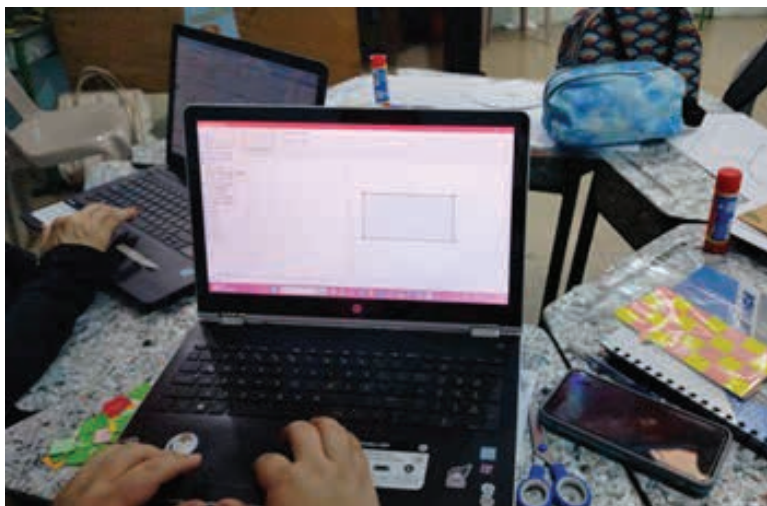


Figura 4. Construcción de polígonos con GeoGebra. Fuente: elaboración propia

Trabajo colaborativo

Siete de los 17 participantes (41,2 %) destacaron la argumentación y el intercambio entre pares como elementos relevantes del proceso formativo. Los espacios de trabajo grupal —como la clasificación de figuras, la discusión de propiedades y la deducción colectiva de fórmulas— constituyeron, además, ejemplos de dinámicas que el profesorado podría adaptar a sus propios grupos.

Condiciones para la implementación.

Al referirse a una posible implementación de las estrategias en el aula, los participantes señalaron principalmente tres dificultades: el tiempo disponible durante la jornada laboral, el acceso limitado a recursos tecnológicos y la diversidad de ritmos de aprendizaje de sus estudiantes.

Discusión

Los resultados muestran una valoración favorable del proceso formativo por parte del profesorado participante. Catorce de los 17 participantes valoraron positivamente la propuesta y 15 manifestaron intención de incorporar al aula algunas de las estrategias trabajadas. Estos datos adquieren relevancia en un contexto rural en el que persisten brechas asociadas con la enseñanza de la matemática y con las oportunidades de actualización profesional docente [1], [2], [3]. Más que demostrar cambios efectivos en la práctica pedagógica, los resultados permiten identificar una disposición favorable hacia el uso de las estrategias abordadas. Esta disposición constituye un punto de partida para explorar posteriormente su incorporación efectiva en el aula.

La valoración del enfoque concreto-lúdico, junto con las referencias realizadas a los materiales manipulativos y a GeoGebra, sugiere que el tránsito entre distintas formas de representación fue uno de los componentes mejor recibidos de la propuesta. Las respuestas relacionadas con la descomposición y recomposición de figuras, la visualización dinámica y el modelado tridimensional muestran que el profesorado encontró posibilidades didácticas en el paso de lo concreto a lo representacional y, posteriormente, a lo digital. Esta valoración guarda relación con enfoques de enseñanza de la matemática que promueven la resolución de problemas, la contextualización y el uso pertinente de tecnologías digitales [4], así como con las orientaciones curriculares establecidas por el MEP [7].

Por otra parte, el 41,2 % del profesorado destacó la colaboración entre pares, lo que permite reconocer el componente colectivo del proceso formativo como otro elemento relevante de la experiencia. Sin

embargo, la intención de incorporar estas estrategias al aula debe interpretarse a la luz de las condiciones señaladas por los propios participantes: disponibilidad limitada de tiempo, acceso restringido a recursos tecnológicos y diversidad de ritmos de aprendizaje. En consecuencia, los resultados sugieren que una valoración favorable de la propuesta no garantiza por sí sola su incorporación sostenida en el aula, pues esta también depende de las condiciones institucionales y materiales en las que se desarrolla la práctica docente.

Los resultados deben interpretarse considerando algunas limitaciones del estudio. La experiencia se desarrolló con un grupo reducido de docentes pertenecientes a una sola institución educativa y la información analizada provino principalmente de las valoraciones expresadas al finalizar los talleres. Además, no se realizó una medición previa y posterior ni un seguimiento sistemático de la aplicación de las estrategias en el aula. Por ello, los resultados permiten describir la percepción del profesorado y su intención de uso, pero no establecer cambios en la práctica docente atribuibles al proceso formativo.

Conclusiones

En particular, la trayectoria concreta → representacional → digital fue percibida por el profesorado como una alternativa pertinente para abordar contenidos de geometría en educación primaria, al integrar materiales manipulativos, representaciones gráficas y recursos tecnológicos como GeoGebra. En particular, la trayectoria concreta → representacional → digital fue percibida por el profesorado como una alternativa pertinente para abordar contenidos de geometría en educación primaria, al integrar materiales manipulativos, representaciones gráficas y recursos tecnológicos como GeoGebra.

La mayoría de los participantes manifestó disposición para incorporar al aula algunas de las estrategias trabajadas durante los talleres. En este sentido, la disposición expresada por el profesorado no debe confundirse con una transferencia efectiva a la práctica, aspecto que requeriría un seguimiento posterior en los contextos de aula.

La articulación entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Dirección Regional de Educación Zona Los Santos y la Escuela República de Bolivia favoreció el desarrollo del proyecto, especialmente por el acompañamiento institucional brindado durante su ejecución. Asimismo, la continuidad del proceso formativo iniciado en 2024 contribuyó a fortalecer el vínculo entre el equipo extensionista y la comunidad educativa.

En conjunto, la experiencia sugiere la conveniencia de desarrollar procesos de formación docente sostenidos en el tiempo, contextualizados y apoyados en materiales accesibles, estrategias diversificadas y espacios de colaboración entre pares. Estos elementos se perfilan como condiciones relevantes para favorecer la incorporación de las propuestas formativas en la práctica docente, aunque su alcance deberá examinarse mediante experiencias de seguimiento posteriores.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes autoridades educativas, cuyo apoyo y compromiso han sido fundamentales para el éxito de nuestro proyecto:

Licda. Laura Andrea Ureña Ureña, Asesora de Matemática, DRE Zona Los Santos. Su dedicación y orientación han sido claves para guiar nuestras actividades y asegurar que se alineen con los objetivos educativos de la región.

Lic. César Solano Fallas, Director de la Escuela República de Bolivia, Santa María de Dota. Agradecemos su liderazgo y colaboración, que han facilitado la implementación de nuestro proyecto en la comunidad escolar.

Dr. Richard Navarro Garro, Jefe de Departamento Asesor, DRE Zona Los Santos. Su visión y apoyo estratégico han sido esenciales para el desarrollo y la ejecución de nuestras iniciativas educativas.

Dr. Alan Henderson García, Director de Extensión VIE. Su compromiso con la educación y disposición para colaborar han enriquecido nuestra experiencia y ampliado nuestras oportunidades de aprendizaje.

Referencias

- [1] Programa Estado de la Nación, Décimo Informe Estado de la Educación 2025. San José: CONARE, 2025. [En línea]. Disponible: https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2025/08/PEN_Decimo_Informe_estado_educacion_IEE_2025.pdf
- [2] Programa Estado de la Nación, Noveno Informe Estado de la Educación. San José: CONARE, 2023. [En línea]. Disponible: https://d1qqtien6gys07.cloudfront.net/wp-content/uploads/2023/08/PEN_Noveno_Informe_estado_educacion_2023.pdf
- [3] Programa Estado de la Nación, Octavo Informe Estado de la Educación. San José: CONARE, 2021. [En línea]. Disponible: https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2021/09/Educacion_WEB.pdf
- [4] G. Meza Cascante, E. Agüero Calvo y Z. Suárez Valdez-Ayala, "Reform of Mathematics Education in Costa Rica: Evaluation of Progress in Implementation in Secondary Education," *Rev. Digit. Mat. Educ. Internet*, vol. 19, no. 2, 2019, doi: 10.18845/rdmei.v19i2.4218.
- [5] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Plan estratégico institucional 2022–2026. Cartago: TEC, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.tec.ac.cr/plan-estrategico-institucional-2022-2026>
- [6] Consejo Nacional de Rectores (CONARE), Plan nacional de la educación superior 2016–2020. San José: CONARE, 2015. [En línea]. Disponible: <http://siesue.conare.ac.cr/plan-nacional-de-educacion-superior>
- [7] Ministerio de Educación Pública, Programas de estudio: Matemáticas. Educación General Básica y Ciclo Diversificado. San José: MEP, 2012. [En línea]. Disponible: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/media/matematica.pdf>

Sobre los autores:

Jorge Luis Chinchilla-Valverde

Docente costarricense con experiencia en la enseñanza universitaria de la matemática y en la formación de docentes de primaria y secundaria. Cuenta con Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de la Matemática por la Universidad de Costa Rica y una Maestría en Ciencias de la Educación con énfasis en Currículum por la Universidad Latina de Costa Rica; actualmente cursa un Doctorado en Ciencias de la Educación. Ha impartido cursos en diversas universidades, publicado artículos y libros, y participado en congresos nacionales e internacionales de matemática educativa, donde también ha ejercido labores de coordinación académica. ORCID 0009-0000-7512-6511

Angie Cristina Solís-Palma

Profesional costarricense en la enseñanza de la matemática, con formación en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde obtuvo el Bachillerato y la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora, así como la Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura; actualmente cursa el Doctorado en Ciencias de la Educación en la Universidad Católica de Costa Rica. Desde 2006 es docente en la Escuela de Matemática del ITCR, ha participado en congresos nacionales e internacionales, publicado en revistas y memorias, y desarrollando proyectos de extensión y formación docente enfocados en la profesionalización de maestros y el uso de recursos tecnológicos como GeoGebra. ORCID 0000-0002-8508-6151

ARIEL: Inteligencia Robótica Autónoma para Aprendizaje en Educación

ARIEL: Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning

Isaac Méndez Barquero

Estudiante egresado, Escuela de Ingeniería Mecatrónica,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ isaacfelipe2007@gmail.com

Pablo Portugal Peraza

Estudiante, Escuela de Ingeniería Mecatrónica,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ pablop@estudiantec.cr

Juan Carlos Brenes-Torres

Profesor, Escuela de Ingeniería Mecatrónica,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ juanbrenes@tec.ac.cr

Fecha de recepción: 27 de marzo 2026 | Fecha de aprobación: 31 de agosto 2026

Resumen

Este artículo presenta el diseño y desarrollo de ARIEL (*Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning*), un brazo robótico de bajo costo, concebido como una plataforma didáctica para la enseñanza de la robótica y la mecatrónica. El sistema emplea una estructura híbrida de aluminio y componentes impresos en 3D, con una configuración de actuadores (motores) en la base para minimizar la masa que debe movilizar el robot. El control se gestiona mediante un microcontrolador y una interfaz gráfica en computadora, lo que facilita el estudio práctico de temas avanzados de robótica como cinemática directa e inversa (descripción matemática del robot). Mediante simulaciones y pruebas en un prototipo físico, se validaron las ecuaciones de control desarrolladas. Se considera que el robot ARIEL representa una herramienta compleja y económicamente accesible para el aprendizaje experimental en entornos universitarios. Este es fruto de un proyecto de investigación estudiantil en el Tecnológico de Costa Rica.

Palabras clave: Robótica educativa, brazo robótico, cinemática directa, cinemática inversa

Abstract

This article presents the design and development of ARIEL (Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning), a low-cost robotic arm conceived as a didactic platform for teaching robotics and mechatronics. The system utilizes a hybrid structure of aluminum and 3D-printed components, featuring an actuator (motor) configuration at the base to minimize the robot's moving mass. Control is managed via a microcontroller and a computer graphical interface, facilitating the practical study of advanced robotics topics such as forward and inverse kinematics (mathematical description of the robot). Through simulations and testing on a physical prototype, the developed control equations were validated. The ARIEL robot is considered a sophisticated and economically accessible tool for experimental learning in university environments. This is the outcome of a student project at the Costa Rica Institute of Technology.

Key words: Educational robotics, robotic arm, direct kinematics, inverse kinematics

Introducción

El aprendizaje de la robótica es un área multidisciplinaria en la que se aplican conceptos de mecánica, electrónica, control y programación, lo que conlleva una fuerte componente práctica. Los cursos de robótica de nivel universitario tienen el objetivo de que los estudiantes comprendan y apliquen conceptos avanzados, tales como cinemática inversa, dinámica del manipulador, generación de trayectorias y control. Estos se refieren a la descripción matemática del robot y sus movimientos en cuanto a posición, velocidad y aceleración; así como al manejo de los motores para lograr los valores de referencia. Sin embargo, existe una carencia de brazos robóticos educativos que permitan la enseñanza práctica de estos conceptos. Esto limita la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y la capacidad del curso para ofrecer una educación integral en robótica. Se detecta la necesidad de un brazo robótico funcional y didáctico, diseñado específicamente para el entorno educativo.

En muchas universidades alrededor del mundo se ha detectado el problema de la falta de involucramiento práctico por parte de los estudiantes de ingeniería en los cursos de robótica. Así, en [1] se desarrolló una serie de brazos robóticos para implementarlos en un curso de robótica y se concluyó que esta herramienta logró aumentar la atención y la comprensión de los estudiantes sobre la teoría de robótica. En [2] se desarrolló un brazo robótico de dos grados de libertad, justificado en que un robot industrial es un equipo económicamente muy costoso y esto es un reto para las universidades. En [3] se ataca también el problema de la distancia existente entre la teoría y la práctica de la robótica, y lo hacen por medio de un proyecto de modalidad "Do It Yourself" o "Hazlo Tú Mismo" para enfrentar los costos que involucra generalmente un manipulador robótico. En [4] y [5] se desarrolló un brazo robótico de cuatro grados de libertad para motivar a los estudiantes de un curso avanzado de ingeniería. Esta metodología tuvo una aprobación del 94.6 % por parte de los estudiantes del curso.

El proyecto ARIEL (*Autonomous Robotic Intelligence for Educational Learning*) busca atacar la problemática planteada mediante el diseño y prototipado de un brazo robótico de tres grados de libertad (3 DOF) con un enfoque educativo. Este robot permitirá a los estudiantes aprender y practicar los conceptos fundamentales de la robótica de manera efectiva y práctica. Se optó por un diseño mecánico minimalista que simplifique los costos económicos y la complejidad técnica, sin comprometer la robustez necesaria para su uso educativo. Se creó también una interfaz gráfica amigable que permite a los usuarios interactuar con el manipulador de manera intuitiva, independientemente de su nivel de experiencia previa. Este proyecto se enmarca en la modalidad de proyecto estudiantil de la Vicerrectoría de Investigación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en las siguientes secciones se presenta el diseño realizado y resultados obtenidos.

Materiales y métodos

El diseño de un brazo robótico con fines educativos es un proceso amplio que conlleva numerosos subsistemas mecatrónicos y retos ingenieriles, por lo que resulta indispensable contar con una ruta clara. Se plantearon los siguientes requerimientos de diseño como guía:

1. El sistema diseñado contará con tres grados de libertad (3 DOF) de movimiento.
2. El espacio de trabajo del robot no será inferior a 30x20x10 cm (largo, ancho y altura).
3. La herramienta debe tener una capacidad de carga de 500 g.
4. El sistema debe ser capaz de dibujar formas básicas y arbitrarias sobre una lámina.
5. La herramienta será modular (intercambiable).
6. El sistema dispondrá de una interfaz gráfica intuitiva para indicar el modo de operación.
7. Los modos de operación incluirán: cinemática inversa, trayectorias básicas y trayectorias arbitrarias. Esto es la descripción matemática del robot y sus movimientos.

Diseño de la mecánica del robot

El requerimiento más básico por cumplir es el del espacio de trabajo, pues este determina la geometría fundamental del robot y, por ende, el largo de los vínculos. Considerando que el robot se ubique en el centro de la zona de trabajo, se calculó el desplazamiento más extremo, el cual corresponde a la hipotenusa del triángulo formado por las coordenadas (15,20,10), resultando en aproximadamente 27 cm. Con base en esto, se escogieron longitudes para los vínculos tales que, al estar levemente flexionados (aproximadamente a 165°), alcancen dicho desplazamiento.

Dado que se requiere precisión y fuerza, los motores a pasos son los actuadores asequibles localmente que mejor cumplen con estas características. No obstante, debido a su elevado peso, se decidió no colocarlos directamente en las articulaciones, ya que se requerirían motores excesivamente potentes para elevar el propio peso de los actuadores previos. Por esta razón, se optó por situar los actuadores en la base del sistema y transmitir la potencia a través de poleas dentadas estándar y fajas.

El siguiente paso consistió en la selección del material y la geometría de los componentes, principalmente de los vínculos, que son los que soportan las cargas de forma más directa. Para ello, se realizaron cálculos de esfuerzo, determinando el grosor mínimo necesario según el material. Se determinó que el aluminio es el material idóneo para los vínculos, debido a su capacidad para soportar la carga con un espesor de lámina muy delgado y a su mayor rigidez en comparación con los plásticos utilizados en impresión 3D.

Para piezas con geometrías más complejas, como la base y la herramienta, se utilizó impresión 3D con filamento PETG. Este material es fácil de imprimir, económico y mecánicamente más resistente que el PLA; además, estas piezas no soportan cargas esenciales del mecanismo ni requieren una rigidez extrema.

Finalmente, se realizaron simulaciones mecánicas mediante el software Autodesk Inventor, encontrando que los cálculos iniciales fueron conservadores (Figura 1).

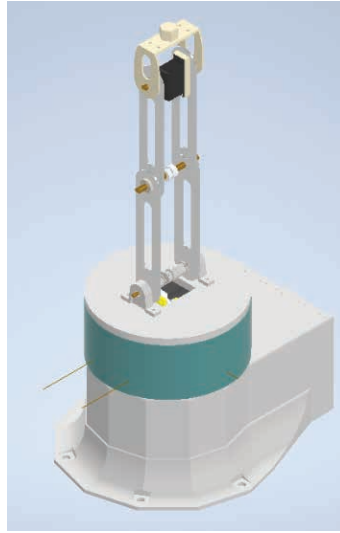


Figura 1. Diseño asistido por computadora del brazo robótico del proyecto ARIEL. (Fuente: elaboración propia)

Estudio de la cinemática del robot

Estudiar la cinemática del robot permite determinar el espacio de trabajo y obtener las ecuaciones que relacionan las posiciones angulares de las articulaciones con las posiciones cartesianas en el final del robot.

Se utilizó la convención de Denavit-Hartenberg (Cuadro 1), que describe matemáticamente al robot, y se obtuvo una matriz de transformación (Ecuación 1) que indica la posición y orientación de la herramienta respecto a la base del robot (Figura 2), a esto se le conoce como cinemática directa. En dicha matriz se utiliza la notación simplificada: $c_{xyz} = \cos(x + y + z)$ y $s_{xyz} = \sin(x + y + z)$. En este caso se supuso que existía rotación en la base del robot con ángulo θ_1 . Esta expresión permite saber a qué lugar llega la punta del robot cuando se especifican los ángulos en las articulaciones por medio de los motores.

Cuadro 1. Parámetros de Denavit Hartenberg especificados para el robot.

i	a_{i-1}	α_{i-1}	d_i	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	0	90°	0	θ_2
3	l_2	0	0	θ_3
4	l_3	0	0	0

$${}^0_4T = \begin{bmatrix} c_{123} - c_1 s_{23} - (c_{12} s_3 + c_{13} s_2) & s_1 & l_1(c_{123} - c_1 s_{23}) + l_2 c_{12} & \\ s_1 c_{23} - s_{123} - (s_{13} c_2 + s_{12} c_3) & -c_1 & l_1(s_1 c_{23} - s_{123}) + l_2 c_1 s_2 & \\ s_2 c_3 + c_2 s_3 & c_{23} - s_{23} & 0 & l_1(s_2 c_3 + c_2 s_3) + l_2 s_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

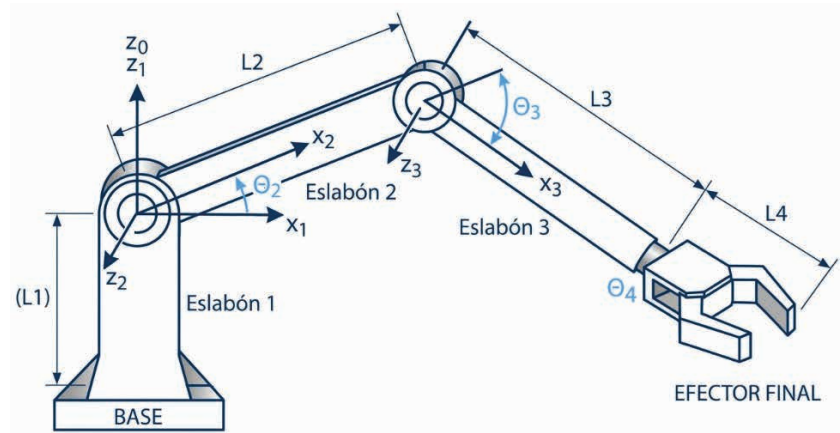


Figura 2. Diagrama del brazo robótico y asignación de sistemas de referencia utilizados.
(Fuente: elaboración propia)

Además, se encontraron las ecuaciones de cinemática inversa para encontrar los ángulos que deben cumplir las articulaciones cuando se especifica una posición de la herramienta o punta del robot. Este es el proceso contrario a la Ecuación 1 y representa el caso de uso más general, cuando solo se sabe a dónde debe llegar el robot. Se utilizó la simplificación de manejar el robot únicamente en un plano, se define la ubicación (x, y) y la orientación θ_b deseada de la herramienta. Mediante las Ecuaciones 2 y 3, se calcula la ubicación deseada en la articulación 4. Luego, con las Ecuaciones 4, 5 y 6, se calculan los ángulos de las articulaciones 3, 2 y 4, respectivamente.

$$(2) \quad w = x \pm l_4 \cos(\theta_b)$$

$$(3) \quad z = y \pm l_4 \sin(\theta_b)$$

$$(4) \quad \theta_3 = \text{atan2} \left(\pm \sqrt{\left(1 - \left(\frac{w^2 + z^2 - l_2^2 - l_3^2}{2l_2l_3}\right)^2}\right), \frac{w^2 + z^2 - l_2^2 - l_3^2}{2l_2l_3}} \right)$$

$$(5) \quad \theta_2 = \text{atan2}(z, w) - \text{atan2}(l_3 \sin \theta_3, l_2 + l_3 \cos \theta_3)$$

$$(6) \quad \theta_4 = 180 - \theta_2 + \theta_3 - \theta_b$$

Electrónica y control del robot

Se seleccionó el uso de motores paso a paso tipo Nema 23. Para su accionamiento, se implementó un control de posición mediante controladores modelo TB6600, los cuales cumplen con los requerimientos de corriente y voltaje de los motores. Con estos controladores, el control de posición es directo a través de instrucciones ejecutadas en un microcontrolador modelo ESP32.

El flujo de control diseñado consiste en lo siguiente: la computadora realiza los cálculos cinemáticos, mediante los cuales se obtienen los ángulos de giro requeridos para cada motor. Estos ángulos se transmiten al microcontrolador mediante el protocolo de comunicación serial; y los traduce a las señales eléctricas necesarias para que los controladores accionen los motores. Se fabricó un circuito básico en una placa que permite interconectar los controladores con la fuente de alimentación y las señales de control.

Para facilitar el manejo del robot por parte de los estudiantes, se desarrolló una interfaz gráfica de usuario en el lenguaje Python que permite controlar tanto los motores de forma individual como el robot de manera integral desde una computadora. En la Figura 3 se pueden observar las distintas pantallas desarrolladas para este fin.

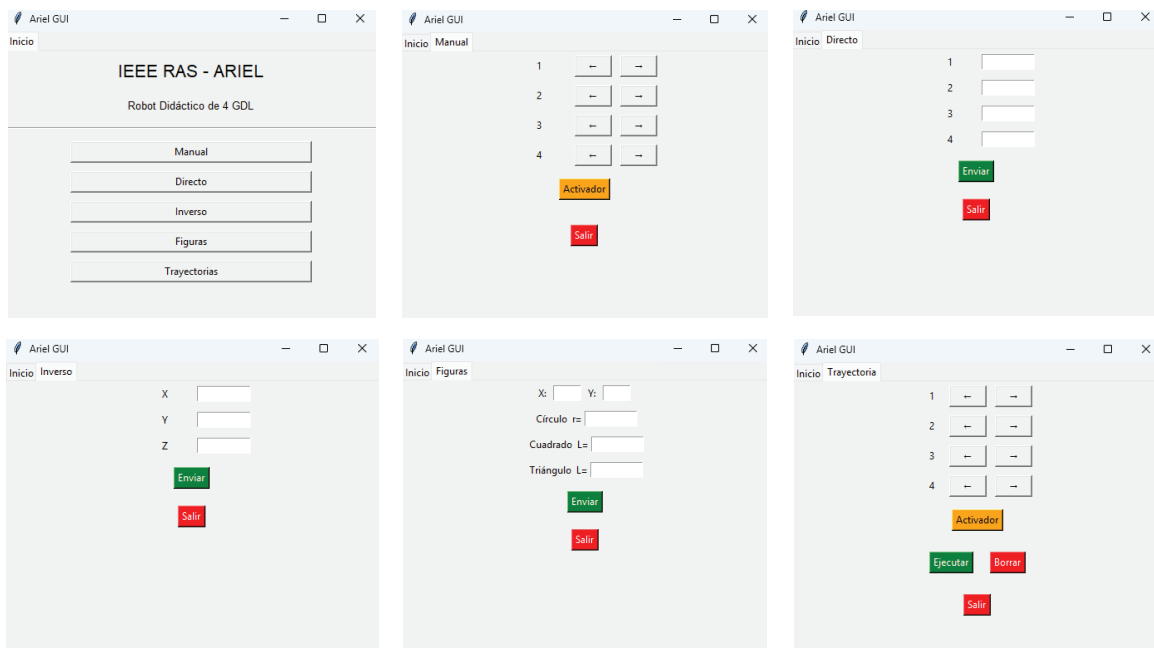


Figura 3. Diversas pantallas generadas para la interfaz gráfica. De izquierda a derecha: arriba: Inicio, Modo manual, Modo directo; abajo: Modo inverso, Modo figuras, Modo ruta. (Fuente: elaboración propia)

Discusión de resultados

Durante la manufactura de las piezas diseñadas se comprobó los diseños y tolerancias usadas, en este los rodamientos se ajustaron adecuadamente a los vínculos del robot y los ejes no tuvieron un ajuste ideal, pero si al menos satisfactorio. Como reemplazo de las articulaciones de bronce originalmente previstas, se utilizó material impreso en 3D. El ensamble final, a excepción de las fajas de transmisión, se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Implementación del ensamble del robot. Base giratoria cerrada y base giratoria abierta. (Fuente: elaboración propia)

Las pruebas de control básico de los motores paso a paso fueron exitosas, logrando mover todos los actuadores de forma simultánea. Asimismo, utilizando el prototipo inicial fabricado con impresión 3D y acrílico, se validó el movimiento de las articulaciones mediante el sistema de fajas y poleas. También se logró establecer la conexión con la computadora a través del protocolo serial, permitiendo tanto el envío como la recepción de comandos. De esta forma, se cumplió de manera fundamental con los objetivos de control propuestos: la manipulación de los motores mediante comandos externos.

La cinemática, específicamente las ecuaciones desarrolladas, fue comprobada mediante diversas simulaciones. La primera se realizó en el software CoppeliaSim, lo que permitió verificar que el diseño mecánico cumpliera con las especificaciones geométricas y facilitó el ajuste de los ejes de rotación (Figura 5).

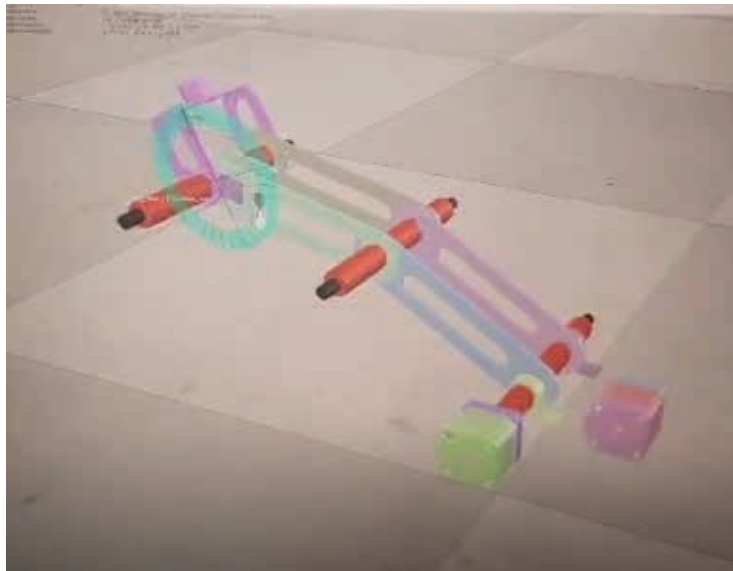


Figura 5. Brazo robótico en ambiente de simulación CoppeliaSim. (Fuente: elaboración propia)

La segunda simulación se desarrolló en el lenguaje Python con el fin de demostrar la validez matemática de las ecuaciones cinemáticas; es decir, asegurar que las articulaciones roten según la posición que se desea alcanzar. En la Figura 6, los elementos azules representan los vínculos del robot y el punto rojo indica la posición final deseada. En esta representación se puede apreciar cómo los ángulos de cada vínculo coinciden con los valores entregados por el código de control.

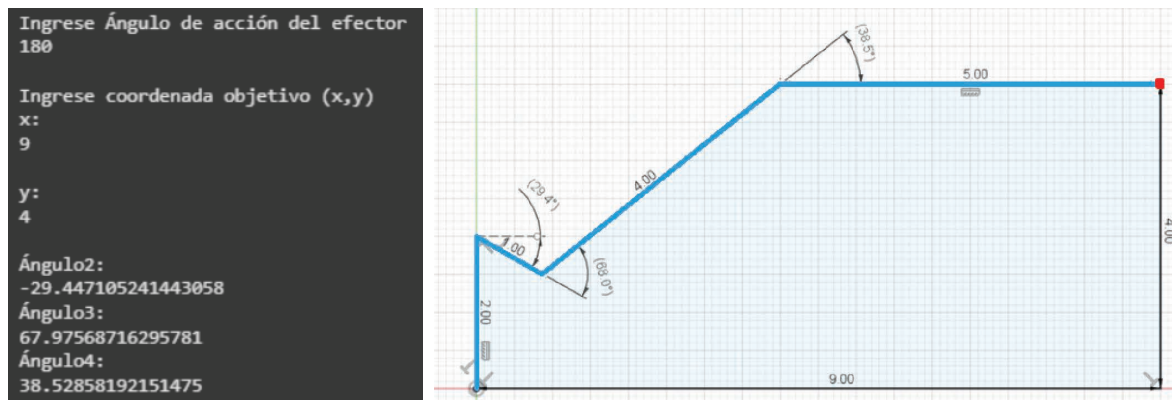


Figura 6. Validación matemática del método de simplificación de grados de libertad para el estudio cinemático. Izquierda: valores devueltos por el código de simulación. Derecha: verificación de los datos del código en un croquis. (Fuente: elaboración propia)

Conclusiones

En el proyecto ARIEL se desarrolló la estructura mecánica del brazo robótico con un enfoque minimalista y resistente, mediante un análisis geométrico, mecánico y de materiales que permitió seleccionar las geometrías y materiales más adecuados para garantizar su funcionalidad y facilidad de manufactura. Se realizaron los análisis cinemáticos directo e inverso, validados mediante simulaciones del modelo por computadora y las ecuaciones correspondientes. Además, se diseñó una interfaz gráfica que facilita la comunicación entre el usuario y el sistema.

La experiencia de diseñar un manipulador robótico desde cero evidenció la complejidad del proceso y la necesidad de contar con un equipo multidisciplinario que combine diversas áreas de la ingeniería. También puso de manifiesto la importancia de equilibrar la relación costo-robustez, ajustando los requerimientos de diseño a los recursos disponibles.

Este proyecto representa un avance significativo que sienta las bases para futuros desarrollos más estructurados. A partir de los aprendizajes obtenidos, será posible optimizar el diseño y alcanzar plenamente los objetivos planteados en etapas posteriores.

Agradecimientos

Los autores desean dar un especial agradecimiento a las siguientes personas que trabajaron en distintas partes del proyecto: Luis Castillo Calderón – Estructura mecánica del robot, Joel Chavarría González – estructura mecánica del robot, Joel Akbar Punongbayan Bejarano – cinemática del robot, Javier Alejandro Sibaja Vargas – programación de interfaz.

Bibliografía

- [1] S. S. K. Chan, J. Geng, M. S.-Y. Jong, and D. T. M. Lau, "Addressing the challenges in engineering classes: Harnessing active learning in a robotics course," in 2018 International Symposium on Educational Technology (ISET), pp. 162–164, 2018.
- [2] P. D. Widayaka, P. Puspitaningayu, S. A. Alamsyah, R. F. Muktiadji, A. Widodo, and R. Abdillah, "Design and implementation of 2-dof arm manipulator robot as robotic kinematic learning platform," in 2023 Sixth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE), pp. 197–201, 2023.
- [3] A. S. Barbosa, A. P. de Oliveira, A. R. Silva, A. S. C.A. Vilas Boas, E. R. Vilas Boas, F. S. de Almeida, J. V. A. e Souza, and M. A. Vilas Boas, "Design and development of a manipulator for educational robotics," in 2018 Latin American Robotic Symposium, 2018 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2018 Workshop on Robotics in Education (WRE), pp. 554– 561, 2018.
- [4] J. A. N. Cocota, H. S. Fujita, and I. J. da Silva, "A low-cost robot manipulator for education," in 2012 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAE), pp. 164–169, 2012.
- [5] J. A. Naves Cocota, T. D'Angelo, P. M. de Barros Monteiro, and P. H. V. Magalhaes, "Design and implementation of an educational robot manipulator," in 2014 XI Tecnologias Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (Technologies Applied to Electronics Teaching) (TAE), pp. 1–6, 2014.

Sobre los autores

Isaac Méndez- Barquero

Egresado de Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Participó como estudiante investigador del proyecto estudiantil “Diseño de manipulador robótico 3DoF para la enseñanza de Robótica”, adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

Pablo Portuguez-Peraza

Estudiante de Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Participó como estudiante investigador del proyecto estudiantil “Diseño de manipulador robótico 3DoF para la enseñanza de Robótica”, adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

Juan Carlos Brenes-Torres

Profesor de la Escuela de Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Investigador en temas de robótica, robótica de enjambres, robótica móvil, tecnologías bioinspiradas, robótica educativa, robótica colaborativa. Estudiante doctoral en la Universidad Politécnica de Valencia, España. ORCID: [0000-0001-6323-2173](https://orcid.org/0000-0001-6323-2173)

Relación entre autoestima, utilidad percibida y motivación hacia la matemática en la educación secundaria

Relationship among Self-Esteem, Perceived Usefulness of Mathematics, and Motivation toward Mathematics in Secondary Education

Estela Ramos-Miranda

Investigadora independiente. San José, Costa Rica

✉ estelagriselda05@gmail.com

Daniela González-Sánchez

Investigadora independiente. Cartago, Costa Rica

✉ danigs19@gmail.com

Luis Gerardo Meza-Cascante

Escuela de Matemática

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica

✉ gemeza@tec.ac.cr

Fecha de recepción: 12 de octubre 2025 | Fecha de aprobación: 9 de setiembre 2025

Resumen

Este estudio caracteriza la relación entre autoestima, utilidad percibida de la matemática y motivación hacia la matemática en estudiantes de secundaria de un colegio público costarricense ($N = 257$). Se emplearon la Escala de Autoestima de Rosenberg (8 ítems retenidos) y dos subescalas de Fennema-Sherman (utilidad: 6 ítems; motivación: 12 ítems). Las tres escalas mostraron una estructura y una consistencia adecuadas para resumir las respuestas en una puntuación total. El perfil afectivo fue, en promedio, favorable. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas por sexo ni por nivel educativo; las magnitudes de las diferencias fueron pequeñas o prácticamente nulas. Las variables se relacionaron positivamente, con asociaciones débiles de la autoestima con la utilidad y la motivación, y una asociación moderada entre utilidad y motivación. En conjunto, los hallazgos muestran que una mayor utilidad percibida de la matemática se asocia con una mayor disposición a involucrarse en su aprendizaje, con implicaciones prudentes para el diseño didáctico y el clima socioemocional del aula. Los resultados provienen de una tesis de licenciatura de la carrera Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos.

Palabras clave: dominio afectivo; autoestima; utilidad percibida; motivación; educación matemática; secundaria; psicometría aplicada.

Abstract

This study characterizes the relationship among self-esteem, the perceived usefulness of mathematics, and motivation toward mathematics among secondary school students at a Costa Rican public school (N = 257). The Rosenberg Self-Esteem Scale (8 retained items) and two Fennema–Sherman subscales (usefulness: 6 items; motivation: 12 items) were used. All three scales showed adequate structure and consistency for summarizing responses with total scores. On average, the affective profile was favorable. No statistically significant differences were detected by sex or grade level, and the magnitudes of the differences were small or practically null. The variables were positively related, with weak associations between self-esteem and both usefulness and motivation, and a moderate association between usefulness and motivation. Overall, the findings show that greater perceived usefulness of mathematics is associated with a greater willingness to engage in its learning, with cautious implications for instructional design and the classroom's socioemotional climate. The results are drawn from an undergraduate thesis completed within the Mathematics Teaching in Technology-Enhanced Environments degree program.

Keywords: affective domain; self-esteem; perceived usefulness; motivation; mathematics education; secondary school.

Introducción

En las aulas de secundaria es frecuente escuchar expresiones como “¿para qué me sirve aprender esto?” o “yo no soy bueno para matemática”. Estas frases no se refieren únicamente al dominio de procedimientos o contenidos: también pueden reflejar cómo se valora el estudiantado, qué utilidad atribuye a la matemática y qué disposición tiene para involucrarse en su aprendizaje. Comprender estas dimensiones puede ayudar a explicar por qué algunas personas perseveran ante una tarea difícil, mientras otras se alejan de ella.

La investigación en educación matemática ha mostrado de manera consistente que el dominio afectivo —actitudes, creencias, emociones, valores, motivaciones e identidad— se asocia con el involucramiento y el desempeño del estudiantado [1]–[6]. Clásicos del campo han señalado que estas disposiciones no cambian solo con más explicación de contenidos: requieren contextos que integren lo instruccional y lo socioemocional [2], [3], [5]. En ese marco, este trabajo se centra en tres constructos: autoestima (juicio global de valía personal) [7], utilidad percibida de la matemática (valor instrumental y prospectivo de la disciplina) [1], [4] y motivación (disposición a involucrarse y persistir) [8], [9]. El objetivo es caracterizar sus niveles, examinar sus asociaciones y explorar diferencias por sexo y nivel educativo en un colegio público costarricense, con una aproximación estrictamente descriptivo-correlacional.

En Costa Rica se han encontrado niveles favorables de autoestima y utilidad percibida, así como relaciones positivas entre estas variables y otras dimensiones afectivas vinculadas con la matemática [10], [11].

Teóricamente, se esperan relaciones positivas entre las tres variables, especialmente entre utilidad y motivación [1], [4], [5], [8], [9].

¿De qué estamos hablando?

- **Autoestima:** valoración general que una persona tiene de sí misma.
- **Utilidad percibida:** respuesta que el estudiantado da, explícita o implícitamente, a la pregunta “¿para qué me sirve aprender matemática?”.
- **Motivación hacia la matemática:** disposición para involucrarse, esforzarse y persistir en las actividades de esta asignatura.

Método

Diseño y participantes

Se desarrolló un estudio cuantitativo, transversal, descriptivo y correlacional. Participaron 257 estudiantes durante 2024, desde séptimo hasta undécimo año: 149 mujeres y 108 hombres. La distribución por nivel fue la siguiente: 23,3 % de séptimo, 19,1% de octavo, 20,2 % de noveno, 13,6% de décimo y 23,7% de undécimo.

Se utilizó una muestra no probabilística por conveniencia. Los instrumentos se aplicaron colectivamente durante el horario lectivo, con participación voluntaria y respuestas anónimas. El consentimiento de las personas responsables se gestionó mediante sendas cartas enviadas directamente indicando el tipo de investigación y asumiendo el compromiso de confidencialidad de los datos. A las personas estudiantes se les indicó que la participación en el estudio era voluntaria y que los datos recabados serían analizados en forma genérica sin permitir identificación alguna de la persona que aportó la información.

Instrumentos de medición

Se aplicaron la Escala de Autoestima de Rosenberg [7] y las subescalas de utilidad y motivación hacia la matemática de Fennema-Sherman [1]. Se examinó la discriminación de cada ítem mediante la correlación ítem-total corregida, con .30 como mínimo aceptable. Mediante eliminaciones sucesivas se conservaron 8 ítems de autoestima y 6 de utilidad; motivación mantuvo sus 12 ítems. El detalle del procedimiento se reporta en la tesis de origen. Las respuestas se registraron en una escala de cinco opciones, desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”. Los enunciados desfavorables se recodificaron para que las puntuaciones altas representaran niveles más favorables.

Análisis y propiedades de las escalas

Se calcularon medias, desviaciones estándar y proporciones de participantes con puntuaciones superiores al punto medio teórico de cada escala. Las clasificaciones por encima o debajo del punto medio se emplearon únicamente con fines descriptivos y no corresponden a categorías diagnósticas. Las diferencias por sexo se analizaron mediante t de Student. Por nivel educativo se utilizó Kruskal-Wallis en autoestima y utilidad, y ANOVA en motivación, según el cumplimiento de los supuestos. Los tamaños de efecto se reportaron como medidas de la magnitud de las diferencias, más allá de su significación estadística [12]. Las asociaciones se estimaron mediante correlaciones de Pearson.

Las tres escalas mostraron una dimensión dominante, es decir, un patrón principal común que concentró la mayor parte de la información de las respuestas, y niveles adecuados de consistencia interna: autoestima, $\alpha = .773$ y $\omega = .773$; utilidad, $\alpha = .818$ y $\omega = .818$; y motivación, $\alpha = .789$ y $\omega = .764$. Estos resultados respaldaron el uso de puntuaciones totales.

Resultados

Panorama general

El estudiantado presentó, en promedio, un perfil afectivo favorable. La autoestima alcanzó una media de 28,88 (DE = 6,09), con un 79,4 % por encima del punto medio de la escala; la utilidad, una media de 21,72 (DE = 4,71) y un 77,4 %; y la motivación, una media de 40,76 (DE = 8,07) y un 68,1 %. En términos aproximados, ocho de cada diez participantes se ubicaron por encima del punto medio en autoestima y utilidad, y cerca de siete de cada diez en motivación.

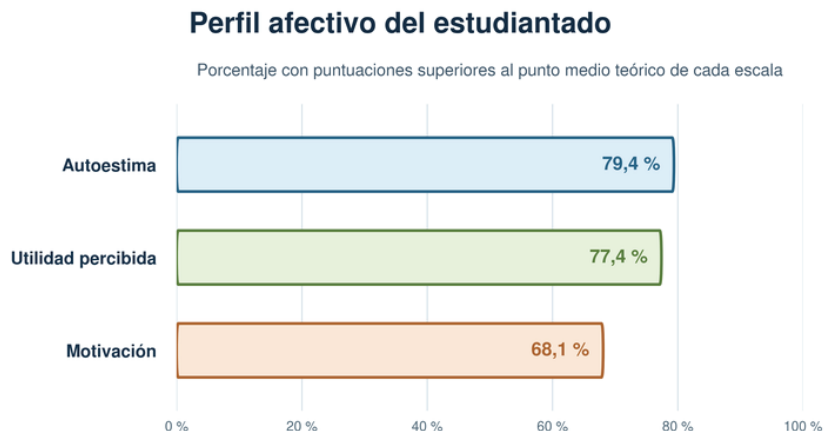


Figura 1. Porcentaje del estudiantado con puntuaciones superiores al punto medio teórico de cada escala.

Diferencias por sexo y nivel educativo

Por sexo, la prueba t de Student no detectó diferencias estadísticamente significativas en autoestima ($p = .058$), utilidad ($p = .697$) ni motivación ($p = .183$). Los tamaños de efecto fueron $d = -.24$, $.05$ y $-.17$, respectivamente, magnitudes pequeñas o prácticamente nulas. Por nivel educativo, Kruskal–Wallis no detectó diferencias en autoestima ($\chi^2(4) = .694$, $p = .952$, $\varepsilon^2 \approx 0$) ni utilidad ($\chi^2(4) = 1.142$, $p = .888$, $\varepsilon^2 \approx 0$); el ANOVA tampoco las detectó en motivación ($F(4,252) = 1.567$, $p = .184$, $\eta^2 = .024$). La ausencia de significación estadística no demuestra que los grupos sean equivalentes.

Asociaciones entre variables

Las tres variables se relacionaron positivamente. Las asociaciones de la autoestima con la utilidad ($r = .260$) y la motivación ($r = .255$) fueron débiles, mientras que la asociación entre utilidad y motivación fue moderada ($r = .402$). Todas las asociaciones fueron estadísticamente significativas ($p < .001$). Esto significa que quienes atribuían mayor utilidad a la matemática tendían a mostrar mayor motivación, aunque la correlación no demuestra que una variable cause la otra.

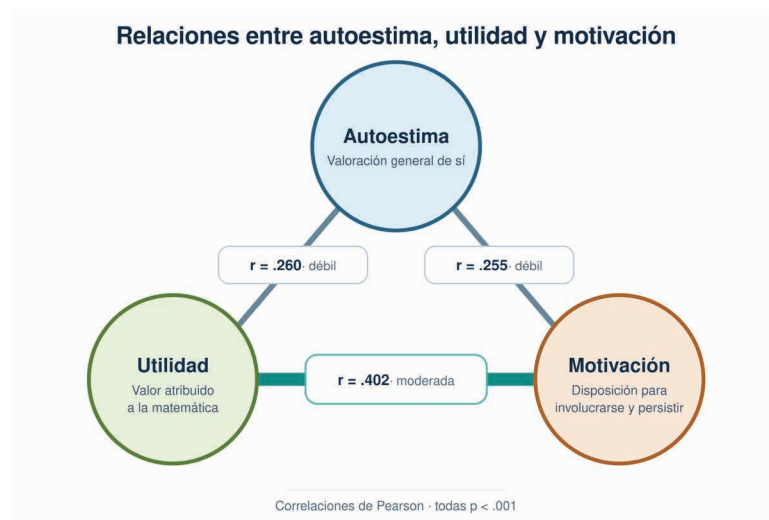


Figura 2. Asociaciones entre autoestima, utilidad percibida y motivación hacia la matemática

Discusión

Los resultados muestran un perfil afectivo favorable y una relación particularmente relevante entre utilidad y motivación. Este patrón coincide con investigaciones que relacionan el valor atribuido a la matemática con la disposición para involucrarse en su aprendizaje [8], [10], aunque el diseño correlacional del estudio no permite establecer causalidad.

En la práctica, hacer visible la utilidad puede consistir en explicar para qué se aprende un contenido y relacionarlo con decisiones cotidianas, profesiones o problemas cercanos. Por ejemplo, los porcentajes, las funciones y los gráficos pueden vincularse con presupuestos, consumo o información ambiental.

Limitaciones

Los resultados deben interpretarse considerando algunas limitaciones. La muestra procedió de un solo centro educativo y fue seleccionada por conveniencia, por lo que los hallazgos no pueden generalizarse al conjunto del estudiantado costarricense. Además, la información se obtuvo mediante instrumentos de autoinforme y el diseño transversal permite identificar asociaciones, pero no establecer relaciones causales ni examinar la evolución de las variables a lo largo del tiempo.

Conclusiones

En el colegio estudiado, la autoestima, la utilidad percibida y la motivación hacia la matemática se situaron, en promedio, por encima del punto medio de sus escalas y se relacionaron positivamente. La asociación más clara se presentó entre utilidad y motivación. No se identificaron diferencias estadísticamente significativas por sexo ni por nivel educativo. Los resultados sugieren que conocer el sentido que el estudiantado atribuye a la matemática puede ofrecer al profesorado información útil para diseñar experiencias de aprendizaje más significativas, sin asumir que una única estrategia funcionará de igual manera para todas las personas.

Agradecimientos

Este artículo se deriva de una tesis de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos del TEC. Se agradecen los aportes de la Dra. Zuleyka Suárez Valdés-Ayala y la colaboración del colegio participante.

Referencias

- [1] Fennema, E. y Sherman, J. A. (1976), *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 7, núm. 5, pp. 324–326, DOI: 10.5951/jresmetheduc.7.5.0324.
- [2] D. B. McLeod, "Research on affect in mathematics education: A reconceptualization," in *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, D. A. Grouws, Ed. New York, NY, USA: Macmillan, 1992, pp. 575–596.
- [3] I. M. Gómez-Chacón, *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid, Spain: Narcea, 2000.
- [4] M. S. Hannula, "Attitude toward mathematics: Emotions, expectations and values," *Educational Studies in Mathematics*, vol. 49, no. 1, pp. 25–46, 2002. DOI: 10.1023/A:1016048823497
- [5] P. Grootenboer and M. Marshman, *Mathematics, Affect and Learning: Mathematics, Affect and Learning. Middle School Students' Beliefs and Attitudes About Mathematics Education*. Singapore: Springer, 2015. <https://doi.org/10.1007/978-981-287-679-9>

- [6] N. Gil, L. Blanco, and E. Guerrero, "El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos," *Rev. Iberoam. Educ. Matemática (UNIÓN)*, Vol. 1, Núm. 2 (2005), pp. 15–32, 2005. Disponible en: http://www.fisem.org/www/union/revistas/2005/2/Union_002_004.pdf
- [7] M. Rosenberg, *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton, NJ, USA: Princeton Univ. Press, 1965. <https://doi.org/10.1515/9781400876136>
- [8] J. S. Eccles and A. Wigfield, "Motivational beliefs, values, and goals," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 53, pp. 109–132, 2002. DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135153
- [9] E. L. Deci and R. M. Ryan, "The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior," *Psychol. Inq.*, vol. 11, no. 4, pp. 227–268, 2000. DOI: 10.1207/S15327965PLI1104_01
- [10] S. A. Alfaro, M. A. Camacho, J. A. Delgado, J. C. Guillén y K. T. Mora, "Estudio de la relación entre la 'Actitud hacia la utilidad de la matemática', el 'Autoestima' y la 'Percepción de éxito en matemática'," tesis de licenciatura inédita, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 2024.
- [11] I. Solano, C. Fonseca, C. Arrieta y J. A. Vásquez, "Estudio de la relación entre la 'ansiedad matemática', la 'autoconfianza matemática' y la 'predisposición desfavorable hacia la matemática' en el estudiantado de seis colegios," tesis de licenciatura inédita, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 2024.
- [12] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum, 1988. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>

Sobre las personas autoras

Estela Ramos-Miranda

Licenciada en Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos. Investigadora independiente. <https://orcid.org/0009-0004-7967-2092>

Daniela González-Sánchez

Licenciada en Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos. Investigadora independiente. <https://orcid.org/0009-0009-5853-7736>

Luis Gerardo Meza-Cascante

Profesor catedrático e investigador consolidado 1, Escuela de Matemática, Campus Tecnológico Central Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0002-5413-0172>

Un vistazo al proceso de contratación de personal docente y administrativo universitario en Costa Rica

Virginia Soley Heredia

Maestría en Investigación Empresarial
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ v.soley.1@estudiantec.cr

Óscar Maroto Calvo

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ omaroto@itcr.ac.cr

Alondra Melissa Vargas Campos

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ alovargas@estudiantec.cr

Fecha de recepción: 2 de octubre 2025 | Fecha de aprobación: 10 de setiembre 2026

Resumen

El propósito de esta investigación es identificar el perfil de las personas reclutadores, la manera en que se manejan los procesos de reclutamiento y selección de personal docente y administrativo en las universidades costarricenses y el uso de herramientas éticas dentro de dichos procesos. La investigación corresponde a un estudio cuantitativo exploratorio aplicado a una muestra de profesionales dedicados al reclutamiento y selección de personal en centros de enseñanza de educación superior, tanto públicos como privados en Costa Rica. La novedad que aporta el estudio es el análisis de la inclusión de elementos éticos en los procesos de contratación por parte de las personas profesionales de reclutamiento y selección, además, de la brecha entre el conocimiento sobre la existencia de códigos de ética institucional y su implementación. Los resultados revelan una brecha entre el conocimiento y la aplicación de parámetros éticos dentro de los procesos de reclutamiento y selección de las universidades.

Palabras clave: reclutamiento, selección de personal, ética profesional, ética

Abstract

The purpose of this research is to identify the profile of recruiting entities, the way recruitment and selection processes for faculty and administrative staff are managed at Costa Rican universities, and the use of ethical tools within those processes. The research consists of an exploratory quantitative study applied to a sample of professionals engaged in the recruitment and selection of staff at higher education institutions, both public and private, in Costa Rica. The novelty of the study lies in its analysis of the inclusion of ethical elements in hiring processes by recruitment and selection professionals, as well as the gap between awareness of the existence of institutional codes of ethics and their implementation. The results reveal a gap between awareness and the application of ethical standards within university recruitment and selection processes.

Keywords: recruitment, personnel selection, professional ethics, ethics

Introducción

El presente estudio surge en el marco del proyecto de investigación: “Instrumento para apoyar el proceso de reclutamiento y selección de personal docente universitario con liderazgo ético profesional”, inscrito en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El objetivo es explorar el perfil de las personas reclutadores, la manera en que se manejan los procesos de reclutamiento y selección de personal en las universidades costarricenses y el uso de herramientas éticas dentro de dichos procesos.

Esta investigación pretende ser un primer acercamiento al contexto actual de los procesos de reclutamiento y selección de universidades en Costa Rica, considerando la implementación de elementos éticos. Este proceso incluye la consulta sobre la prevalencia de códigos de ética, su divulgación y aplicación. Se espera que el estudio contribuya a la conceptualización de una herramienta ética que facilite la gestión de las personas profesionales de talento humano, y facilite la selección de docentes con liderazgo ético profesional.

Metodología

Este es un estudio exploratorio cuantitativo a partir de un cuestionario online autoadministrado. El universo del estudio fueron 58 universidades públicas y privadas de Costa Rica inscritas en Consejo Nacional de Rectores (CONARE) y Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria Privada (CONESUP). De estas, cinco corresponden con universidades públicas y 53 con universidades privadas.

Tras la validación del cuestionario, este fue distribuido por correo electrónico a 33 personas encargadas de área de universidades públicas y privadas. Hubo 25 universidades que no participaron en la investigación por distintos motivos, como por ejemplo no poder contactar con ellas o no mostrar interés en este tipo de estudio. De las universidades a las que se les envió el formulario, cinco fueron públicas y 28 privadas. Esto corresponde con el 56,9% del universo, siendo la tasa de respuesta un: 42,4%.

El formulario estuvo disponible desde el 24 de abril hasta el 30 de mayo de 2025, período en el cual se recopilaron 14 respuestas válidas. Por parte de las universidades públicas se obtuvo respuesta del 60% de la muestra, en el caso de las universidades privadas se obtuvo respuesta del 39,28% de la muestra.

A continuación, se presenta un análisis de los datos recopilados en el estudio, el cual se desarrolló en dos fases, según describe Hernández [1]: la depuración de bases de datos y el análisis descriptivo.

Resultados

Se realizó una categorización de cargos y departamentos según la naturaleza del puesto, y se determinaron 3 perfiles: Especialista en Recursos Humanos, Administrativo y, Dirección. En cuanto al tipo de universidad, el 78,57% son universidades privadas y el 21,43% restante corresponde a universidades públicas.

En relación con la frecuencia de los procesos de reclutamiento y selección, el 50% de las universidades indicó que los realiza en cualquier momento y según la necesidad; mientras que, el 50% restante los realiza entre una y seis veces por año. Respecto al reglamento formalizado para el reclutamiento y selección de personal, este existe en el 85,71%, en el 7,14% el documento está en desarrollo o no se ha implementado formalmente y el 7,14% no cuenta con dicho documento. En este contexto, en el 41,67% de los casos el reglamento se aplica estrictamente en todos los procesos, en contraparte, un 50% aplica el reglamento con excepciones justificadas y especificadas. Solamente el 8,33 % lo sigue con excepciones no justificadas ni especificadas.

Por otro lado, es importante señalar que la principal fuente utilizada en los procesos de reclutamiento y selección son las recomendaciones internas, con un 78,57%. Le sigue el registro de elegibles con un 71,43%, y los concursos de antecedentes con un 28,57% de los participantes. Es relevante mencionar, que un 57,14% utiliza otras fuentes distintas de reclutamiento en el siguiente orden de relevancia: plataformas de reclutamiento (28,57%), registro de oferentes (14,29%), redes sociales, Colegios Profesionales y Agencia Nacional de Empleo (7,14%).

Las etapas definidas en el proceso de reclutamiento y selección mencionadas con mayor frecuencia en el primer cuartil fueron: entrevista estructurada (92,86%), preselección de candidatos (85,71%), revisión de atestados y verificación de requisitos (85,71%), proceso de deliberación y selección final (78,57%) y publicación de la convocatoria (78,57%). En el segundo cuartil de menciones están: evaluación de competencias (71,43%), aplicación de pruebas psicométricas (64,29%) y aplicación de pruebas técnicas (57,14%). Por último, las etapas con menos cantidad de menciones, correspondientes al tercer y cuarto cuartil fueron: redacción de pedimentos o criterios de selección (42,86%), periodo de apelaciones (14,29%), y otros, con única opción propuesta: definición de criterios de evaluación (7,14%).

Por otra parte, el 85,71% de las universidades sí consulta el manual de puestos para definir los requisitos en el reclutamiento docente; mientras que, el 14,28% no lo utiliza o no existe. Otras etapas en las que se utiliza el manual de puestos son: en la etapa de entrevistas para contrastar con el perfil del puesto (15,38%), durante la revisión de atestados, para verificar requisitos (15,38%) y otras (7,99%).

En cuanto a la redacción de los pedimentos o criterios de selección, el responsable con mayor cantidad de menciones fue la Facultad o Escuela correspondiente al 78,57%. Le sigue el Departamento de Talento Humano con un 64,29% de menciones. Por último, los responsables con menos cantidad de menciones fueron: comisión propuesta para tal propósito (42,86%), directivos universitarios (21,43%) y Consejo Universitario (7,14%). Es importante destacar que en un 14,29% de las menciones de los participantes indicaron utilizar criterios estándar predefinidos sin modificaciones y un 7,14% respondió “no sé/no aplica”.

Respecto a las distintas formas en que se lleva a cabo la primera selección de personas candidatas dentro del proceso de reclutamiento, la más utilizada es la selección automática de quienes cumplen los requisitos mínimos (28,57%), seguido de la realización de un análisis comparativo entre personas candidatas antes de definir quiénes avanzan (21,43%) y la aplicación de criterios adicionales más allá de los requisitos mínimos (21,43%). Por otra parte, las formas menos aplicadas son: dependencia del tipo de puesto y su complejidad (7,14%) y no hay una

preselección formal, todas las personas que cumplen los requisitos avanzan (7,14%). El 14,29% de las menciones fueron "otros".

La relevancia de los criterios de selección se determinó según las evaluaciones positivas y la intensidad de estas, lo cual permitió clasificar en primer lugar: la formación académica, con un 100% de valoraciones positivas; en segundo lugar: la experiencia en puestos similares, con un 100% de puntuaciones positivas, pero con menor intensidad de relevancia; en tercer lugar: las evaluaciones técnicas, con un 71,2% de calificaciones positivas y por último la producción científica, con un 57,1% de menciones positivas.

En relación con los métodos de evaluación utilizados en el proceso de selección, las dos opciones más mencionadas fueron: la entrevista estructurada y la revisión de atestados, las cuales fueron nombradas por el 100% de los reclutadores. Como métodos secundarios se pudo identificar: las evaluaciones de competencias específicas (64,29%) y las pruebas técnicas escritas (57,14%), mencionados por más de la mitad de los reclutadores. Por último, los métodos menos utilizados fueron: assessment center (35,71%) y clase muestra (21,43%). El 28,57% de las personas reclutadoras incluyeron la opción "otros" en cuanto a los métodos de evaluación, en esta opción incluyeron: test y pruebas (75%) y depende del puesto (25%).

En lo que respecta a temas éticos durante el proceso de reclutamiento y selección, el 85,71% afirmó que existe un código de ética en su universidad, frente a un 14,29% que indicó que no sabía de su existencia (Figura 1).



Fig 1. Existencia de un código de ética. Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, sobre la implementación de programas de ética, solamente el 35,71% indicó que se realizaban, mientras que, el 35,71% que no sabía y el 28,57% indicó que no se realizaban (Figura 2). Asimismo, de los reclutadores que indicaron que su universidad contaba con programas de ética, el 60% de las personas mencionaron como tipo de programa implementado las capacitaciones, el 40% señaló campañas y el 20% indicó documentos como: estatutos, manuales y reglamentos. Cabe señalar que solamente dos reclutadores mencionaron más de un programa de ética.



Fig 2. Implementación de programas de ética. Elaboración propia.

En cuanto a la frecuencia de implementación de los programas de ética, los reclutadores indicaron que su universidad contaba con estos: siempre (20%), frecuentemente (40%), dos veces al año (20%) y no indicó (20%). Sobre la existencia de un enfoque de equidad en el proceso de reclutamiento, el 57,14% de los participantes afirmaron que sí existe, mientras que el 42,86% indicó que no existe.

Los reclutadores que señalaron que su universidad cuenta con un enfoque de equidad mencionaron mediante una pregunta abierta que este se da a través de: Ley (37,5%), enfoques específicos como discapacidad, género e igualdad de oportunidades (25%) y política institucional (12,5%). Además, el 25% de los entes reclutadores no mencionaron enfoques específicos. Sobre la inclusión de preguntas éticas en los procesos de reclutamiento y selección, un 50% confirmó su uso, un 28,57% respondió no saber si se incluían este tipo de interrogantes y un 21,43% negó su uso. De igual forma, del total de participantes que afirmó la inclusión de preguntas éticas, el 57,14% proporcionó ejemplos específicamente relacionados con casos éticos, mientras un 42,86% indicó que no se aplicaban preguntas de este tipo.

En relación con la capacitación sobre cómo abordar problemas éticos en procesos de reclutamiento y selección, el 28,57% afirmó haber recibido dicho tipo de formación, mientras que el 71,43% mencionó no haberla recibido. Todas las personas que tuvieron formación en el tema la consideraron muy útil.

Conclusión

A partir de la investigación realizada, se pudo identificar un perfil de reclutadores en las universidades costarricenses caracterizado por su especialización y experiencia. En cuanto al proceso de reclutamiento y selección, se logró identificar las unidades participantes y responsables de las diferentes etapas.

Por otra parte, se pudo dilucidar una brecha entre el conocimiento sobre la existencia de códigos de ética institucional y la implementación de estos. Los datos indican que la mayoría de las universidades poseen un código de ética, pero al indagar sobre programas, los reclutadores no mencionan ningún tipo. A raíz de esto surge la interrogante sobre ¿cómo se divulga el código de ética institucional en las universidades que no cuentan con programas de ética?

Asimismo, en la revisión sobre la existencia de un enfoque de equidad en el proceso de reclutamiento, casi la mitad de los reclutadores consultados afirmaron que dicho enfoque no está presente, este aspecto sugiere un desconocimiento sobre la legislación del país.

Por último, en relación con la inclusión de preguntas éticas en los procesos de reclutamiento y selección, solamente la mitad de los participantes afirmaron la aplicación de dichas interrogantes, lo cual pone en evidencia que el tema ético podría no ser relevante en el contexto del reclutamiento y selección de personal en las universidades participantes del estudio.

Referencia (IEEE)

- [1] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado, y P. Baptista-Lucio, *Metodología de la investigación*, 6ª ed. México: McGraw-Hill, 2014.

Sobre los autores

Virginia Soley-Heredia.

Investigadora y consultora empresarial. Estudiante del Doctorado en Investigación Empresarial del Tecnológico de Costa Rica, Magíster en Investigación Empresarial, Bachiller en Publicidad y Relaciones Públicas y Técnica en Análisis de Datos. Es fundadora y consultora en Datatelling, firma especializada en inteligencia de negocios y análisis de stakeholders. Su trabajo académico integra la economía experimental con el desarrollo organizacional. Sus líneas de investigación son la ética en la contratación y gestión del talento humano, cultura y clima organizacional, transferencia de conocimiento y estrategia empresarial. <https://orcid.org/0009-0006-0126-5846>

Óscar Maroto-Calvo

Administrador de empresas, con maestría en Dirección de Empresas y licenciatura con énfasis en Recursos Humanos del Tecnológico de Costa Rica. Docente de la Escuela de Administración de Empresas del TEC e investigador del proyecto: Instrumento para apoyar el proceso de reclutamiento y selección de personal docente universitario con liderazgo ético profesional. Socio consultor de Humantech, firma especializada en desarrollo organizacional y gestión integral y sistémica del talento. Sus líneas de investigación son la ética en los procesos de contratación y el estudio del síndrome de burnout. <https://orcid.org/0009-0001-5287-5541>

Alondra Vargas-Campos.

Estudiante de la Carrera de Administración de Empresas del Tecnológico de Costa Rica, con experiencia como asistente de investigación en el proyecto: Instrumento para apoyar el proceso de reclutamiento y selección de personal docente universitario con liderazgo ético profesional. En el marco de este proyecto desarrolla su Trabajo Final de Graduación (TFG modalidad tesis) el cual se enfoca en el desarrollo de una propuesta para un macro caso en el área de ética empresarial. <https://orcid.org/0009-0001-3277-9587>

Compost municipal: el TEC y la Municipalidad de Turrialba en busca de oportunidades para la agricultura y la economía circular

Katherine Johanna Aguilar Cordero

Estudiante, Área Académica Agroforestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago, Costa Rica
✉ kath18aguilar@gmail.com

Rooel Campos-Rodríguez,

Escuela de Agronegocios
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago, Costa Rica

María Fernanda Jiménez-Morales

Escuela de Agronegocios
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago, Costa Rica
✉ maria.jimenez@tec.ac.cr

Dagoberto Arias-Aguilar

Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago, Costa Rica
✉ darias@itcr.ac.cr

Laura Brenes-Peralta,

Escuela de Agronegocios
Instituto Tecnológico de Costa Rica,
Cartago, Costa Rica
✉ labrenes@tec.ac.cr

Ana Lorena Vallejo Chavarría,

Municipalidad de Turrialba,
Cartago, Costa Rica
✉ avallejo@muniturrialba.go.cr

Fecha de recepción: 12 de marzo 2026 | Fecha de aprobación 2 de setiembre 2026

Resumen

La generación de residuos sólidos en Costa Rica ha llevado al agotamiento de varios rellenos sanitarios, como el de Turrialba. En respuesta, la Municipalidad de ese cantón y el TEC han sumado esfuerzos para analizar soluciones a las cerca de 20 toneladas diarias de residuos orgánicos generadas en la localidad. Una alternativa para esos residuos es el compostaje a escala municipal, del cual se obtiene compost. Para conocer más sobre el producto obtenido y su utilidad, un proyecto de investigación del TEC realizó un estudio para evaluar el efecto de este compost sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum* sp.), comparándolo con un compost de brosa (comercialmente disponible) y un fertilizante convencional (químico). Los resultados indicaron que el tratamiento con fertilización química presentó los mayores valores de crecimiento vegetativo y producción de frutos, debido a la mayor disponibilidad inmediata de nutrientes. Sin embargo, aunque los tratamientos con compost no mostraron incrementos productivos inmediatos, sí favorecieron el desarrollo de las raíces de las plantas y mejoraron la estructura y salud del medio de cultivo. Con base en lo anterior, se puede

considerar que el compost es una alternativa viable para fortalecer la fertilidad a largo plazo, como complemento de la fertilización convencional. Complementariamente, otro proyecto de extensión del TEC consideró los resultados de la investigación, y mediante un proceso participativo, elaboró una propuesta estratégica para la adopción del compost en cultivos agrícolas para una agricultura local sostenible y la gestión de residuos bajo enfoques de circularidad.

Palabras clave: Residuos sólidos orgánicos, compostaje, hortaliza, economía circular, extensión universitaria

Abstract

Municipal Solid Waste generation in Costa Rica has led to the depletion of several landfills, such as the one in Turrialba. In response, the local Municipality and TEC started searching for solutions to the nearly 20 tons of organic waste daily generated Turrialba. One alternative to treat the organic waste fraction is composting, which produces a soil amendment known as compost. In consequence, a research project from TEC conducted a study to evaluate the effect of this compost on the growth and development of the jalapeño pepper (*Capsicum* sp.) crop, comparing it with a coffee pulp compost (commercially available) and a conventional fertiliser (chemical). The results indicated that chemical fertilisation produced the highest values for vegetative growth and fruit production, due to the greater and immediate availability of nutrients. Although the compost treatments did not show immediate increases in production, they did favour the development of plant roots and improve the structure and health of the growing medium. Based on the above, compost can be considered a viable alternative to strengthen fertility in the long term, as a complement to conventional fertilisation. As a complement, an extension project from TEC considered the results of prior research and developed a strategic proposal through a participatory process, to promote the adoption of compost in agricultural crops to support sustainable local agriculture and waste management within circularity approaches.

Keywords: Organic solid waste, composting, vegetables, circular economy, university extension

Introducción

Muchos cantones hoy día han volcado sus esfuerzos en tratar el tema de los residuos, dado el impacto que estos tienen en el medio ambiente, la salud pública, la condición escénica local y el bienestar general de la población. Particularmente, el cantón de Turrialba, en Costa Rica, inició acciones para gestionar integralmente los residuos generados, incluyendo el aprovechamiento de la fracción orgánica mediante un sistema de compostaje municipal de aire forzado (ver figura 1). El Tec y varias organizaciones han acompañado el proceso de diseño y operación de esta compostera.



Figura 1. Pila de compostaje bajo el método de aire forzado, en la Municipalidad de Turrialba

El compostaje es un proceso biológico de descomposición de residuos orgánicos que genera un producto estabilizado y rico en nutrientes, utilizable como enmienda o fertilizante orgánico [1] para cultivos agrícolas. Entre sus beneficios, el compost puede mejorar la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de insumos químicos sintéticos. De igual manera, el compost puede representar una fuente de nutrientes accesible, de menor costo que la química, sobre todo en momentos de crisis del abastecimiento global de fertilizantes, potencialmente con huellas ambientales menores. Adicionalmente, al compostar los residuos, se contribuye al cierre de los ciclos de nutrientes y al fortalecimiento de los modelos de economía circular.

Si bien se conocen estos aportes del compostaje como mecanismo de tratamiento y aprovechamiento de residuos, aún no se habían estudiado las características del compost producido por la Municipalidad de Turrialba. Considerando la cercanía de ese cantón con algunos sitios de producción de chile picante, el equipo investigador del TEC junto con la Municipalidad vieron como una oportunidad trabajar con dicho cultivo, dada su importancia en la industria de salsas y conservas [2], así como su potencial de diversificación en mercados nacionales e internacionales [3]. Desde el punto de vista agrícola, el cultivo de chile requiere una nutrición cuidadosa para desarrollarse y dar un buen rendimiento, y varios estudios han señalado que el incorporar distintas dosis y tipos de compost puede aumentar la biomasa, el número de hojas, la altura de las plantas y el grosor del tallo, además de mejorar las condiciones biológicas y físicas del suelo en comparación con la fertilización química tradicional [4] - [5].

A raíz del vacío de información existente sobre las características del compost municipal, y el interés por cerrar brechas entre la generación de residuos y la producción agrícola, dos proyectos del TEC buscaron trabajar en dos líneas de acción, que constituyen la finalidad de este estudio. Por un lado, desde la investigación, el objetivo se dedicó a analizar el efecto del compost sobre el crecimiento de las plantas del chile jalapeño. Por otro lado, se usaron los hallazgos de ese análisis, mediante un proceso de extensión universitaria, con el objetivo de promover la adopción del del compost como puente entre la gestión de residuos sólidos orgánicos en el contexto periurbano del cantón de Turrialba y la actividad agrícola que igualmente se desarrolla en sus áreas rurales.

Desarrollo

El estudio se realizó en un lote experimental del cultivo de chile picante bajo invernadero que la empresa Ornamentales Río Molino (ORM) facilitó en el distrito de Pococí. Se planteó un diseño experimental de bloques completos al azar, en parcelas con cuatro tratamientos y cinco bloques, y se estudiaron las plantas de chile durante su crecimiento y producción hasta la primera cosecha, empleando en uno de los casos el compost producido en la compostera gestionada por la Municipalidad de Turrialba. Esta compostera, toma residuos orgánicos del área comercial del cantón, aptos para compostar. Los tratamientos (ver ejemplo en la figura 2) evaluados en el ensayo consistieron de:

- plantas fertilizadas con compost A o Municipal (Tratamiento 1)
- plantas fertilizadas con un compost B obtenido en el mercado local a base de broza de café (Tratamiento 2)
- plantas fertilizadas con abono químico (Tratamiento 3) y
- plantas sin abonos orgánicos o químicos como testigo (Tratamiento 4).



Figura 2. Ejemplo de las plantas de chile jalapeño a los 35 días postgerminación del experimento. Nota: la imagen A corresponde a una planta sometida al Tratamiento 1 y la imagen B al Tratamiento 2

Se midieron variables químicas y físicas de los compost A y B; así como las plantas de cada tratamiento a partir de variables como la altura de las plantas (en cm), el grosor del tallo (en mm), el número de hojas, los kg de chile picante que estas produjeron, y la biomasa y peso de las raíces de las plantas (figura 3). Se realizaron análisis estadísticos para evaluar si existían diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0.05$). Posteriormente, estos análisis se socializaron con los socios del proyecto y se elaboró una propuesta estratégica para la adopción e implementación del compost orgánico en el cantón de Turrialba como alternativa sostenible en la agricultura. Esta estrategia se validó mediante el criterio de expertos, con perfiles en educación ambiental y agronomía, para su revisión, retroalimentación y ajuste.

Principales resultados obtenidos en la experimentación

Al realizar un análisis químico del compost A (municipal) se encontró que este es alcalino, lo que podría llegar a afectar negativamente la disponibilidad de algunos nutrientes y la actividad microbiana del suelo [6] si no se controla esta condición. Además, presenta baja humedad, por lo que podría haber limitaciones en la actividad biológica del sustrato de cultivo al que se aplique [7]. Si bien esto podría evitar que crezcan microorganismos que pueden causar daño a las plantas, lo cual es positivo, también podría limitar el crecimiento de otros microorganismos benéficos. Nutricionalmente, presenta concentraciones elevadas de calcio y potasio, mayores en comparación con el compost B (obtenido comercialmente), lo cual puede ser beneficioso. Un factor importante de calidad de los abonos de tipo compost es la relación carbono/nitrógeno (C/N), el cual se encuentra dentro del rango ideal en el caso del compost A o municipal. Esa relación adecuada es indicativa de buena estabilidad del material y una baja probabilidad de toxicidad para las plantas [6]. Sin embargo, se recomienda revisar posteriormente la forma de aplicación del producto y las dosis [8], pues otros micronutrientes, como el hierro (Fe), el manganeso (Mn) y el cobre (Cu), están presentes en altas concentraciones, mientras que el fósforo (P) es considerablemente bajo. En síntesis, el compost A presenta una composición más equilibrada en cuanto a nutrientes, aunque con una salinidad elevada y una carga excesiva de micronutrientes que el compost B. Es adecuado para suelos pobres en nutrientes, pero debe aplicarse con dosis que valdrá la pena estudiar más a fondo posteriormente.

En cuanto a variables relacionadas al desarrollo de las plantas de chile picante (figura 3), se encontró que usualmente los resultados de indicadores como la cantidad de hojas por planta, grosor de tallo y altura de las plantas no mostraban diferencias estadísticas entre los tratamientos 1 (compost municipal), 2 (compost comercial) y 4 (sin abonos), mientras que se vieron valores mayores en el tratamiento 3 (fertilizante químico). Estas variables son importantes, pues se relacionan con la capacidad de hacer fotosíntesis (cantidad de hojas), la vigorosidad (altura y tallo) y la translocación eficiente de nutrientes (tallo) hacia raíces, flores y luego frutos en las plantas del ensayo. Los resultados coinciden

con múltiples estudios ya publicados, que señalan que el fertilizante químico promueve un mayor desarrollo vegetativo que las compostas, lo cual se atribuye a que existe una disponibilidad inmediata de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) [8]- [9]- [10] en contraste con la liberación lenta de los nutrientes del compost, dado que ese material aún debe pasar por procesos de mineralización [11]. Los nutrientes antes citados son determinantes para la formación de hojas y el crecimiento vegetativo, y ese lapso en que se logra su disponibilidad hace que estos no sean suficientes para satisfacer la demanda nutricional del cultivo durante las etapas críticas de floración y fructificación por parte del compost.



Figura 3. Medición de la altura de una de las plantas de chile jalapeño durante el experimento



Figura 4. Medición del tamaño de uno de los frutos de chile jalapeño obtenidos durante el experimento

En cuanto a indicadores de producción (figura 4), la cantidad de frutos por planta mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, y nuevamente el tratamiento con fertilización química (tratamiento 3) mostró los mayores crecimientos. Sin embargo, no debe descartarse que, aunque no se observó un efecto inmediato, el aporte del compost municipal puede estar generando beneficios a largo plazo en la estructura y fertilidad del suelo, mejorando la retención de humedad, la aireación y la capacidad de intercambio catiónico, lo cual puede repercutir en un incremento sostenido de la productividad en ciclos posteriores [12]. Así mismo, si bien pudieron existir diferencias en la generación de biomasa (tejido de las plantas) que podría luego reincorporarse al suelo también o aprovecharse, los tratamientos abonados con compost mostraron más biomasa que el tratamiento sin fertilización (tratamiento 4).

Estrategia de divulgación técnica y educativa del compost A

De acuerdo con los resultados y observaciones obtenidos en este ensayo, que muestran que el compost obtenido puede ser útil desde un punto de vista químico y agronómico, se elaboró un documento titulado *"Propuesta Estratégica para la Adopción e Implementación del Compost Orgánico del cantón de Turrialba como Alternativa Sostenible en la Agricultura"*. Esta se organiza en ejes de acción que responden tanto a las necesidades de las personas productoras como a las condiciones actuales de la actividad agrícola. Estos ejes se definieron considerando la importancia de avanzar hacia sistemas de producción más sostenibles, mejorar la fertilidad y salud del suelo, así como optimizar el uso de los residuos orgánicos disponibles en el territorio. Del mismo modo, la propuesta reconoce la creciente demanda de la población por prácticas agrícolas y productos que se alineen con principios de sostenibilidad, eficiencia en el uso de recursos y reducción del impacto ambiental, lo cual permite posicionar el compost como una alternativa viable y coherente con las tendencias actuales hacia una agricultura más responsable y circular.

Las estrategias para la implementación del compost de Turrialba buscan promover su uso en la agricultura local y el aprovechamiento sostenible de residuos orgánicos. La primera estrategia se dirige a su aplicación en cultivos hortícolas de campo abierto, con recomendaciones sobre dosis, métodos de aplicación y manejo combinado con fertilización para mejorar el crecimiento vegetal y la salud del suelo. La segunda estrategia se orienta a su uso en plantas ornamentales domésticas, mediante mezclas adecuadas de sustrato, capacitación y divulgación para asegurar un uso correcto. En conjunto, ambas estrategias fomentan la adopción gradual y técnicamente fundamentada del compost, fortaleciendo la sostenibilidad agrícola y la economía circular en el territorio.

Conclusiones

El compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos del cantón de Turrialba (Compost A) presentó una composición fisicoquímica adecuada para su uso agrícola, con una relación C/N dentro del rango óptimo y una buena estabilidad del material, aunque con algunos valores que deben considerarse al definir la dosis de aplicación.

Particularmente en términos del crecimiento de las plantas, los resultados obtenidos mostraron que el fertilizante químico promovió un crecimiento vegetativo y productivo significativamente superior en comparación con los compost, evidenciado en un mayor número de hojas, grosor del tallo, biomasa y número de frutos por planta. Esto se atribuye a la disponibilidad inmediata de nutrientes esenciales (N, P y K) que favorecen el crecimiento rápido y vigoroso del chile jalapeño. Por su parte, los tratamientos con Compost A y Compost B no mostraron diferencias significativas entre sí ni respecto al testigo en las variables de rendimiento inmediato. No obstante, ambos evidenciaron un efecto positivo sobre el desarrollo radicular y la acumulación de biomasa seca, demostrando su potencial para mejorar la estructura, aireación y retención de humedad del sustrato, lo cual puede traducirse en beneficios sostenibles a largo plazo. Dado lo anterior, se recomienda ajustar la dosis y frecuencia de aplicación del compost, mediante mezclas con materiales de baja conductividad o dilución con sustratos inertes, para evitar estrés o intoxicación

en las plantas, así como implementar ensayos de combinación entre compost y fertilización mineral, con el objetivo de evaluar efectos sinérgicos que optimicen tanto la respuesta productiva inmediata como la sostenibilidad del sistema. Por último, podrá ser de interés realizar evaluaciones a largo plazo que consideren varios ciclos de cultivo, para determinar los efectos acumulativos del compost sobre la estructura, fertilidad y capacidad de retención de nutrientes del sustrato.

Finalmente, la creación de la propuesta estratégica para la adopción e implementación del compost de residuos sólidos orgánicos del cantón de Turrialba será una herramienta práctica para que los productores que obtengan el compost lleven consigo información general de cómo podrían incorporarlo en los planes de manejo de los diferentes cultivos del área agrícola, y así promover alternativas sostenibles en la agricultura. Esto se basa en que los resultados respaldan el uso del compost como alternativa complementaria y sostenible frente a la fertilización química, especialmente en estrategias de manejo integrado de nutrientes, donde se busca reducir la dependencia de insumos sintéticos y promover una agricultura más circular y respetuosa con el ambiente.

Agradecimientos

Los autores desean externar un sincero agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y al Centro de Investigación y Extensión en Gestión Agroindustrial CIGA de la Escuela de Agronegocios del TEC, por su apoyo en la ejecución de los proyectos:

- Promoción de la economía circular mediante el fortalecimiento de las competencias para el adecuado tratamiento de los residuos biodegradables del sector comercial del cantón de Turrialba, a través de educación ambiental no formal. Código 1431066
- Valorización de los residuos sólidos biodegradables del Cantón de Turrialba por medio de compostaje con aireación forzada: Un Enfoque de Circularidad. Código 1431063

Así mismo agradecen la apertura de la Municipalidad de Turrialba para la realización de estos proyectos de manera conjunta con el TEC.

Bibliografía

- [1] M. P. Bernal, J. A. Albuquerque y R. Moral, «Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review,» *Bioresource Technology*, vol. 100, nº 22, p. 5444–5453, 2009.
- [2] J. Roman, «Producción de chile jalapeño en sistemas protegidos,» *Revista Agroproductividad*, vol. 11, nº 3, p. 45–52, 2018.
- [3] G. Azofeifa y J. Moreira, «Producción de chile picante en Costa Rica,» *Revista Agrícola Costarricense*, vol. 12, nº 1, p. 45–52, 2008.
- [4] A. Kavoo, J. Mutuku y J. Wambua, «Effect of compost on growth and yield of *Capsicum annum*,» *African Journal of Agricultural Research*, vol. 9, nº 12, p. 1012–1018, 2014.
- [5] A. Chávez, M. Rodríguez y J. Torres, «Efecto del compost en el crecimiento de chile jalapeño,» *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 14, nº 2, p. 123–134, 2020.
- [6] A. Tola Garfias, J. Pérez y P. Rodríguez, «Efecto del pH del compost sobre la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes en suelos agrícolas,» *Revista Internacional de Ciencias Agrícolas*, vol. 14, nº 2, p. 123–145, 2024.
- [7] M. Gutiérrez-González, R. Salazar y R. Campos, «Caracterización fisicoquímica de compost municipal,» *Revista Iberoamericana de Producción Agropecuaria*, vol. 10, nº 1, p. 55–68, 2024.
- [8] L. Taiz, E. Zeiger, I. M. Møller y A. Murphy, *Plant physiology and development*, 6th ed., Sinauer Associates, 2017.
- [9] P. Marschner, *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 3rd ed., Academic Press, 2012.

- [10] M. Cruz, J. Hernández y L. Vargas, «Evaluación de compost en cultivos hortícolas bajo invernadero,» *Revista Agronomía Mesoamericana*, vol. 29, n° 2018, p. 215–228, 2018.
- [11] S. Adhikari, S. Barrington, J. Martinez y S. King, «Effect of compost characteristics on greenhouse pepper growth,» *Journal of Environmental Management*, vol. 260, p. 110137, 2020.
- [12] M. A. Sánchez-Monedero, M. L. Cayuela y C. Mondini, «Role of compost in carbon sequestration and climate change mitigation,» *Waste Management*, vol. 61, p. 482–491, 2018.

Sobre los autores

Katherine Johanna Aguilar Cordero

Ingeniera Agrónoma y desarrolló esta investigación como parte de sus estudios para obtener el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción, del Área Académica Agroforestal del Tecnológico de Costa Rica. <https://orcid.org/0009-0007-6495-1023>

Rooel Campos-Rodríguez

Investigador y extensionista de la Escuela de Agronegocios y el Área Académica Agroforestal del Tecnológico de Costa Rica. Cuenta con un doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, con énfasis en Cultura ambiental lo que le ha permitido generar experiencia en procesos de educación ambiental y transformación local enfocada principalmente en gestión integral de residuos. Actualmente coordina proyectos de investigación y extensión en asocio con la Municipalidad de Turrialba. <https://orcid.org/0000-0003-4460-2313>

María Fernanda Jiménez-Morales

Investigadora y extensionista de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica. Es Ingeniera en Agronegocios y cuenta con una Maestría en Ingeniería, enfocada en Sistemas Modernos de Manufactura. Se especializa en disciplinas como el análisis cuantitativo de datos y el diseño experimental, y participa en proyectos donde ha desarrollado experiencia en gestión y valorización de residuos sólidos orgánicos y sistemas agroalimentarios sostenibles. <https://orcid.org/0000-0002-9775-2545>

Dagoberto Arias-Aguilar

Investigador y extensionista, destacado en la Escuela de Ingeniería Forestal y actualmente coordina la Maestría en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción en el Tecnológico de Costa Rica. Posee grado de Doctor en Forestería, con amplia trayectoria en diseño experimental y análisis de sostenibilidad en sistemas agrícolas y forestales.

Laura Brenes-Peralta

Investigadora y extensionista de la Escuela de Agronegocios del Tecnológico de Costa Rica. Es Ingeniera en Agronegocios y cuenta con un doctorado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria y Ambiental con énfasis en Cooperación Internacional y Desarrollo Sostenible. Tiene experiencia en proyectos relacionados a gestión integral de residuos, reducción de pérdidas de alimentos y sistemas agroalimentarios sostenibles.

Empleo, formación del personal y participación femenina en Pymes exportadoras y no exportadoras en Costa Rica

Rojas-Vargas, María José

Escuela Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ majo.admin@estudiantec.cr

Leiva Bonilla, Juan Carlos

Escuela Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ jleiv@itcr.ac.cr

Lafuente González, Esteban

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ elafuente@itcr.ac.cr

Mora-Esquivel, Ronald

Escuela Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica
✉ rmora@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 24 de enero 2026 | Fecha de aprobación: 11 de setiembre 2026

Resumen

El problema y objetivo. Estudios previos sugieren que la orientación exportadora suele asociarse con mayores niveles de competitividad, innovación, empleo y características de la fuerza laboral; sin embargo, esta relación no siempre se confirma en las Pymes. En este contexto, este estudio es el resultado de un trabajo final de graduación de una persona estudiante de Bachillerato en Administración de Empresas. El objetivo del estudio se centró en analizar si el tipo de orientación a mercados en Pymes se relaciona con el crecimiento del empleo, la formación del capital humano y la participación accionaria de mujeres. **El método.** Se emplearon datos de 136 Pymes costarricenses del Global Competitiveness Project, recolectados con la participación de personas investigadoras de la Escuela de Administración de Empresas del TEC, mediante un diseño cuantitativo, transversal y correlacional. **Los resultados.** Los hallazgos indican que las Pymes exportadoras presentan mayor crecimiento del empleo, pero no diferencias significativas en la formación del capital humano ni en la participación de mujeres propietarias, lo que sugiere que la internacionalización puede ser una vía efectiva para dinamizar el empleo en este tipo de empresas.

Palabras clave: Internacionalización; crecimiento del empleo; liderazgo femenino; capital humano; Pymes

Abstract

Problem and Objective. Previous studies have suggested that export orientation is often associated with higher levels of competitiveness, innovation, employment growth, and workforce development. However, this relationship has not been consistently observed among small and medium-sized firms (SMEs). Against this backdrop, the present study emerged from an undergraduate capstone project conducted by a Business Administration student. The study aimed to examine whether different types of market orientations among SMEs are linked to employment growth, human capital development, and women's equity participation. **Method.** Data from 136 Costa Rican SMEs participating in the Global Competitiveness Project were used, collected with the involvement of researchers from TEC's School of Business Administration, following a quantitative, cross-sectional, and correlational design. **Results.** Findings show that exporting SMEs experience greater employment growth, but no significant differences in human capital development or women's ownership participation, suggesting that internationalization may serve as an effective pathway to stimulate job creation in these firms.

Keywords: Internationalization; employment growth; women ownership; human capital; SMEs

Introducción

Asumir una estrategia de venta en mercados internacionales representa más que una decisión comercial para las pequeñas y medianas empresas (Pymes). Esto implica transformaciones organizativas y tecnológicas, así como mayores exigencias competitivas y oportunidades de crecimiento [1, 2, 3]. En este sentido, la internacionalización se ha asociado con mejoras en los procesos productivos, el aprendizaje empresarial y la expansión del empleo, posicionando a las Pymes exportadoras como actores relevantes para el desarrollo económico y la generación de empleo [4, 5].

La literatura ha identificado múltiples factores que influyen en este proceso. Por ejemplo, la exportación se ha vinculado con un mayor dinamismo empresarial y crecimiento del empleo; asimismo, recursos internos como el capital humano —medido a través del nivel educativo de las personas trabajadoras— y la participación de mujeres en la propiedad empresarial podrían fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las Pymes. No obstante, la evidencia empírica sobre estos vínculos es mixta, especialmente en economías emergentes [5, 6, 7].

Pese al creciente interés por el emprendimiento femenino y la formación del talento, falta mayor conocimiento respecto a si estos recursos diferencian, efectivamente, a las Pymes exportadoras de aquellas orientadas exclusivamente al mercado local [8]. En este contexto, se realizó el estudio con el fin de analizar si el tipo de orientación a mercados en Pymes se relaciona con el crecimiento del empleo, la formación del capital humano y la participación accionaria de mujeres, aportando evidencia sobre el papel de los recursos y el género en los beneficios asociados a la exportación.

Referentes teórico/empírico

Referentes previos indican que la internacionalización puede impulsar el crecimiento del empleo al exigir mayores capacidades productivas y organizativas [4,5]. Asimismo, el capital humano puede constituir un recurso estratégico que favorece la eficiencia, la innovación y la adaptación a entornos competitivos, además de facilitar el inicio y la profundización de las actividades exportadoras [9,10]. No obstante, su impacto en la actividad exportadora no siempre es directo y podría depender de la experiencia y características estructurales de las empresas [5].

Por otra parte, aunque las mujeres ejercen roles directivos en una proporción relevante de las Pymes a nivel global (40%), su participación en empresas exportadoras sigue siendo limitada (15%), lo que convierte la competencia internacional en un desafío particular para las emprendedoras [8,11]. Empero, estudios previos les destacan factores individuales como educación, experiencia, motivaciones y capacidad de networking [8]. En conjunto, estos antecedentes justifican el análisis integrado de estas variables en la orientación exportadora de las Pymes.

Método

El estudio adopta un diseño cuantitativo, transversal y correlacional, con una muestra de 136 Pymes costarricenses del Global Competitiveness Project (<https://www.sme-gcp.org/>), seleccionadas por contar con al menos dos años de operación y más de dos personas empleadas. Los informantes fueron personas propietarias o en puestos de gerencia. Las empresas se clasificaron en exportadoras y no exportadoras según el porcentaje de ventas internacionales [12]. Se analizaron el crecimiento del empleo, mediante el cálculo de la tasa de crecimiento simétrico y el índice de Brixy y Kohaut [13,14]; la proporción de mujeres propietarias y el nivel de capital humano (porcentaje de personas colaboradoras con formación universitaria). Para contrastar diferencias entre grupos se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes [15], utilizando el software STATA 18.

Resultados y conclusiones

Antes de presentar los resultados, se describe brevemente la orientación de mercado de la muestra de pymes analizada. La mayoría de las empresas encuestadas concentró sus ventas exclusivamente en el mercado local (69,1%). Entre aquellas con actividad exportadora, aproximadamente la mitad destinó menos del 25% de sus ventas totales a los mercados internacionales. Asimismo, una de cada cuatro pymes exportó entre el 26% y el 75% de sus ventas, mientras que cerca de una de cada cinco mostró una mayor orientación exportadora al concentrar una proporción más elevada de sus ingresos en los mercados externos.

Tabla 1. Resultados de la prueba t, según Pymes exportadoras y no exportadoras

Variables	No exporta	Exporta	Total	t-test (p-value)
Crecimiento en empleo ^a	0.1378 (0.4096)	0.1960 (0.4980)	0.1558 (0.4378)	2.56 (p= 0.01)
Crecimiento en empleo ^b	0.1374 (0.4048)	0.2757 (0.4301)	0.1801 (0.4162)	1.81 (p= 0.07)
Proporción de mujeres propietarias	0.328 (0.3683)	0.312 (0.2947)	0.323 (0.3462)	0.24 (p= 0.81)
Tamaño en 2024 (empleados)	17.90 (58.15)	95.33 (313.29)	41.82 (182.83)	2.32 (p= 0.02)

Variables	No exporta	Exporta	Total	t-test (p-value)
Edad de la empresa (años)	15.49 (14.01)	18.58 (19.53)	16.44 (15.9)	1.05 (p= 0.30)
Capital humano	0.357 (0.3431)	0.376 (0.3668)	0.363 (0.3493)	0.29 (p= 0.77)
Observaciones	94	42	136	

Nota. ^aEmpleando el método de cálculo sugerido por Davidsson et al. (2002). ^bUtilizando el método propuesto por Brixy y Kohaut (1999)

En lo referente a los resultados, la Tabla 1 muestra que las pymes exportadoras presentan un mayor crecimiento del empleo que las no exportadoras durante el período 2021-2024. Esta diferencia se mantiene al utilizar tanto el índice de Davidsson et al. (2002) ($t = 2.56$; $p = 0.01$) como el de Brixy y Kohaut (1999) ($t = 1.81$; $p = 0.07$), lo que aporta solidez a la evidencia observada. En términos prácticos, las empresas con actividad exportadora muestran una mayor capacidad para expandir sus operaciones y generar nuevos puestos de trabajo. Este hallazgo refuerza la relevancia de la internacionalización como estrategia para dinamizar la actividad empresarial en economías en desarrollo como Costa Rica, en línea con evidencia previa [16,5]. Asimismo, las pymes exportadoras exhiben un tamaño promedio significativamente superior al de las no exportadoras ($t = 2.32$; $p = 0.02$), lo que sugiere que una mayor escala operativa puede facilitar su participación en mercados internacionales. En contraste, no se observan diferencias significativas entre pymes exportadoras y no exportadoras en la proporción de personal con formación universitaria ($t = 0.29$; $p = 0.77$), en la participación de mujeres en la propiedad ($t = 0.24$; $p = 0.81$) ni en la antigüedad de las empresas ($t = 1.05$; $p = 0.30$).

Estos resultados sugieren que el mayor dinamismo de las empresas exportadoras no parece explicarse por diferencias en la composición de su capital humano ni en su estructura de propiedad. Más bien, su influencia podría manifestarse de forma indirecta o a través de factores no considerados en este estudio, como la productividad, la innovación o la capacidad de adaptación competitiva [17,9]. De igual forma, la ausencia de asociación entre propiedad femenina e internacionalización coincide con trabajos previos [12], aunque contrasta con investigaciones que destacan la diversidad como un factor que favorece el crecimiento empresarial [19]. Una posible explicación es que las mujeres empresarias tienden a priorizar objetivos de estabilidad y creación de valor social que no necesariamente se traducen en estrategias de expansión internacional [18]. Desde una perspectiva gerencial, los hallazgos indican que exportar puede impulsar el empleo en las Pymes, aunque requiere complementar esta estrategia con capacidades internas específicas. En este sentido, no se trata solo de disponer de talento, sino del talento adecuado para la estrategia adoptada [6].

En síntesis, los resultados muestran que las pymes exportadoras presentan un mayor crecimiento del empleo que las no exportadoras, lo que refuerza la relevancia de la internacionalización como vía para impulsar el crecimiento empresarial y la generación de oportunidades laborales. Aunque no se observaron diferencias significativas en el capital humano ni en la participación de mujeres en la propiedad, estos factores no deben descartarse, ya que podrían influir de forma indirecta mediante capacidades como la innovación, la experiencia, la adaptación al entorno o los estilos de liderazgo.

Para los responsables de política pública, estos hallazgos podrían respaldar iniciativas que promuevan la internacionalización y el fortalecimiento de capacidades empresariales, especialmente entre mujeres emprendedoras. Entre las limitaciones del estudio destacan su carácter transversal y el uso de indicadores generales, por lo que futuras investigaciones deberían profundizar en dimensiones específicas del capital humano y del liderazgo empresarial mediante diseños longitudinales.

Referencias

- [1] R. V. Aguilera, L. Ciravegna, A. Cuervo-Cazurra, and M. A. Gonzalez-Perez, "Multilatinas and the internationalization of Latin American firms," *Journal of World Business*, vol. 52, no. 4, pp. 447–460, 2017, doi: [10.1016/j.jwb.2017.05.006](https://doi.org/10.1016/j.jwb.2017.05.006).
- [2] F. Vendrell-Herrero, E. Gomes, K. Mellahi, and J. Child, "Building international business bridges in geographically isolated areas: The role of foreign market focus and outward looking competences in Latin American SMEs," *Journal of World Business*, vol. 52, no. 4, pp. 489–502, 2017, doi: [10.1016/j.jwb.2016.08.007](https://doi.org/10.1016/j.jwb.2016.08.007).
- [3] E. Lafuente, C. Stoian, and J. Rialp, "From export entry to de-internationalisation through entrepreneurial attributes," *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 22, no. 1, pp. 21–37, 2015, doi: [10.1108/JSBED-09-2012-0101](https://doi.org/10.1108/JSBED-09-2012-0101).
- [4] R. Álvarez and R. A. López, "Exporting and performance: Evidence from Chilean plants," *Canadian Journal of Economics*, vol. 38, no. 4, pp. 1384–1400, 2005. [En línea] Disponible <https://www.jstor.org/stable/3696088>.
- [5] E. Lafuente, Y. Vaillant, and J. Moreno-Gómez, "Transition in-and-out of exporting and its impact on employment growth," *International Journal of Emerging Markets*, vol. 13, no. 6, pp. 1907–1927, 2018, doi: [10.1108/IJoEM-08-2017-0306](https://doi.org/10.1108/IJoEM-08-2017-0306).
- [6] J. Onkelin, T. S. Manolova, and L. F. Edelman, "Human capital and SME internationalization: Empirical evidence from Belgium," *International Small Business Journal*, vol. 34, no. 6, pp. 818–837, 2016, doi: [10.1177/0266242615591856](https://doi.org/10.1177/0266242615591856).
- [7] C. Poblete and J. E. Amorós, "Determinantes en la estrategia de internacionalización para las Pymes: El caso de Chile," *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 8, no. 1, pp. 97–106, 2013, doi: [10.4067/S0718-27242013000100010](https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000100010).
- [8] G. Anggadwita and N. Indarti, "Women entrepreneurship in the internationalization of SMEs: A bibliometric analysis for future research directions," *European Business Review*, vol. 35, no. 5, pp. 763–796, 2023, doi: [10.1108/EBR-01-2023-0006](https://doi.org/10.1108/EBR-01-2023-0006).
- [9] S. Poelhekke, "Human capital and employment growth in German metropolitan areas: New evidence," *Regional Studies*, vol. 47, no. 2, pp. 245–263, 2013, doi: [10.1080/00343404.2011.571667](https://doi.org/10.1080/00343404.2011.571667).
- [10] S. E. Mansion and A. Bausch, "Intangible assets and SMEs' export behavior: A meta-analytical perspective," *Small Business Economics*, vol. 55, no. 3, pp. 727–760, 2020, doi: [10.1007/s11187-019-00182-5](https://doi.org/10.1007/s11187-019-00182-5).
- [11] M. Sajjad, N. Kaleem, M. I. Chani, and M. Ahmed, "Worldwide role of women entrepreneurs in economic development," *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 14, no. 2, pp. 151–160, 2020, doi: [10.1108/APJIE-06-2019-0041](https://doi.org/10.1108/APJIE-06-2019-0041).
- [12] E. Berenguer, P. Giráldez, and C. Cardone-Riportella, "Managerial positions of women in Spanish exporting SMEs," *Spanish Journal of Finance and Accounting*, vol. 45, no. 3, pp. 300–326, 2016, doi: [10.1080/02102412.2016.1168622](https://doi.org/10.1080/02102412.2016.1168622).
- [13] P. Davidsson, B. Kirchhoff, A. Hatemi-J, and H. Gustavsson, "Empirical analysis of business growth factors using Swedish data," *Journal of Small Business Management*, vol. 40, no. 4, pp. 332–349, 2002, doi: [10.1111/1540-627X.00061](https://doi.org/10.1111/1540-627X.00061).
- [14] U. Brixy and S. Kohaut, "Employment growth determinants in new firms in Eastern Germany," *Small Business Economics*, vol. 13, no. 2, pp. 155–170, 1999, doi: [10.1023/A:1008177312335](https://doi.org/10.1023/A:1008177312335).
- [15] A. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 4th ed. UK: Sage Publications, 2013.
- [16] C. Labanca, D. Molina, and M.-A. Mendez, "Preparing for export opportunities," *Journal of International Economics*, vol. 152, p. 103968, 2024, doi: [10.1016/j.jinteco.2024.103968](https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2024.103968).

- [17] F. Schlitte, "Local human capital, segregation by skill, and skill-specific employment growth," *Papers in Regional Science*, vol. 91, no. 1, pp. 85–106, 2012, doi: [10.1111/j.1435-5957.2011.00373.x](https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00373.x).
- [18] P. Darnihamedani and S. Terjesen, "Male and female entrepreneurs' employment growth ambitions: The contingent role of regulatory efficiency," *Small Business Economics*, vol. 58, pp. 185–204, 2022, doi: [10.1007/s11187-020-00405-0](https://doi.org/10.1007/s11187-020-00405-0).
- [19] T. Conroy and S. Weiler, "Does gender matter for job creation? Business ownership and employment growth," *Small Business Economics*, vol. 47, pp. 397–419, 2016, doi: [10.1007/s11187-016-9735-8](https://doi.org/10.1007/s11187-016-9735-8).

Sobre los autores

María José Rojas-Vargas.

Es Bachiller en Administración de Empresas por el Instituto Tecnológico de Costa Rica y este estudio fue resultado de su Trabajo Final de Graduación.

Esteban Lafuente González.

Es Doctor en Economía de Empresa por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB, España). Profesor del Programa de Posgrado en Dirección de Empresas del TEC e Investigador del CIAEDGTEC. El Dr. Lafuente es Editor de la revista *Small Business Economics*, y ha publicado sus estudios en diversas revistas punteras en el campo, incluyendo entre otras *Research Policy*, *Journal of Product Innovation Management*, *Small Business Economics*, *British Journal of Management*, *Regional Studies*, *International Journal of Production Economics*, y *Safety Science*.
<https://orcid.org/0000-0001-5889-7656>

Ronald Mora-Esquivel.

Es Doctor en Dirección de Empresas de la Universidad de Valencia (España). Profesor catedrático del TEC e Investigador del CIAEDGTEC. Ha publicado sus estudios en revistas como *Small Business Economics*, *Venture Capital*, *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, *Competitiveness Review: An International Business Journal*, entre otras.
<https://orcid.org/0000-0002-4315-0418>.

Juan Carlos Leiva Bonilla.

Es Doctor en Dirección de Empresas de la Universidad de Valencia (España). Profesor catedrático del TEC, Investigador del CIAEDGTEC y Co-Editor en Jefe de Tec Empresarial. Ha publicado sus estudios en revistas como *Small Business Economics*, *Venture Capital*, *Journal of*

Economics, *Finance and Administrative Science* entre otras.

<https://orcid.org/0000-0001-9653-4629>.

Riesgo de accidentes laborales en la industria de la construcción: Percepción desde aprendizajes basados en experiencias

Henry-Alberto Binns-Hernández

Escuela de Administración de Empresas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
✉ hbinns@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 27 de febrero del 2026 | Fecha de aprobación 22 de setiembre del 2026

Resumen:

El estudio titulado “Riesgo de accidentes laborales en la industria de la construcción: Percepciones desde aprendizajes por experiencias” analiza cómo las experiencias previas, tanto sufridas como observadas, influyen en la percepción del riesgo laboral en la industria de la construcción en Costa Rica, específicamente en las provincias de Cartago y Limón.

La investigación, con una muestra de 194 trabajadores, busca comprender la relación entre las percepciones del riesgo, la experiencia acumulada y los perfiles demográficos, así como las diferencias territoriales que puedan existir entre ambas regiones. Se observa que, en Cartago, los niveles de accidentes y percepción de riesgo son mayores, posiblemente debido a obras más complejas y formales, mientras que, en Limón, la informalidad y las condiciones laborales precarias podrían generar un subregistro de accidentes y menor percepción de riesgo.

La investigación destaca que, aunque los trabajadores acumulan experiencia con el tiempo, esta no necesariamente se traduce en una actitud preventiva, en parte por bajos niveles de formación y capacitación en seguridad laboral. Además, se evidencian sesgos de confianza excesiva, relacionados con el conocimiento tácito y codificado, que dificultan la adopción de medidas preventivas.

Los resultados sugieren que las políticas de seguridad deben ser adaptadas a las particularidades territoriales, fomentando la formalización laboral, la capacitación continua y programas que integren aspectos emocionales y racionales en la percepción del riesgo. En conclusión, fortalecer la cultura de seguridad y la formación permanente en el sector construcción es fundamental para reducir la accidentabilidad y mejorar la gestión de riesgos laborales.

Palabras Claves: Percepción de Riesgo, Accidentes Sufridos, Accidentes Observados, Experiencia Laboral, Trabajadores.

Abstract:

The study entitled "Risk of occupational accidents in the construction industry: Perceptions from learning by experiences" analyzes how previous experiences, both suffered and observed, influence the perception of occupational risk in the construction industry in Costa Rica, specifically in the provinces of Cartago and Limón.

The research, with a sample of 194 workers, seeks to understand the relationship between risk perceptions, accumulated experience and demographic profiles, as well as the territorial differences that may exist between the two regions. It is observed that, in Cartago, the levels of accidents and perception of risk are higher, possibly due to more complex and formal works, while, in Limón, informality and precarious working conditions could generate an underreporting of accidents and lower perception of risk.

The research highlights that, although workers accumulate experience over time, this does not necessarily translate into a preventive attitude, in part due to low levels of education and training in occupational safety. In addition, excessive confidence biases are evident, related to tacit and codified knowledge, which make it difficult to adopt preventive measures.

The results suggest that security policies should be adapted to territorial particularities, promoting labor formalization, continuous training, and programs that integrate emotional and rational aspects in the perception of risk. In conclusion, strengthening the safety culture and permanent training in the construction sector is essential to reduce the accident rate and improve occupational risk management.

Keywords: Risk Perception, Accidents Suffered, Accidents Observed, Work Experience, Workers.

Introducción

El proyecto de investigación denominado Análisis del impacto de diferentes formas de capital humano y experiencia previa con accidentes laborales sobre la percepción del riesgo laboral y sus componentes se inscribió en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión en el periodo del 2024-2026; cuya finalidad es analizar la percepción de riesgo laboral en trabajadores y técnicos especialistas trabajando en distintas industrias para empresas en Costa Rica y España. Además, se busca evaluar la relación entre el nivel de capital humano, así como la experiencia previa con accidentes laborales y el componente racional y emocional de la percepción del riesgo.

En este sentido, el adecuado análisis de las percepciones de riesgo y sus componentes (racional y emocional), así como el diseño de programas de formación que garanticen la alineación de criterios entre las personas que trabajan en la empresa son decisivos para una gestión eficaz de la seguridad laboral y, en consecuencia, para ayudar a incrementar la productividad de las empresas [1], [2], [3]. La relevancia de esta propuesta surge del reconocimiento que el juicio de valor subyace a la percepción de riesgos laborales en las personas que trabajan en cualquier empresa, y que la evaluación inexacta de los riesgos laborales podría materializarse en accidentes con diferentes niveles de gravedad en cualquier entorno de trabajo [3], [4].

Es comúnmente aceptado que el proceso mental involucrado en la formación de la percepción del riesgo laboral consta de dos componentes que determinan su resultado final: el componente cognitivo y el componente afectivo [5]. Cuando alguien utiliza el componente cognitivo (o 'racional'), aplica un método analítico que consiste en calcular la probabilidad de que se produzca un accidente derivado del riesgo en cuestión y la cantidad de daño que éste causaría. La combinación de ambos juicios determina el valor final percibido del riesgo [1], [5], [6], [7]. Por otro lado, el componente afectivo (o 'emocional') se basa en un juicio intuitivo, donde las emociones evidentemente juegan un papel relevante en este juicio de base emocional.

Existe evidencia que señala que ambos componentes operan simultáneamente durante el proceso de percepción del riesgo, y no que lo hacen de forma independiente [6], [8]. Sin embargo, todavía no hay consenso sobre cuál de ellos prevalece sobre el otro. Además, tampoco existen estudios centrados en el análisis de los efectos que la experiencia previa con accidentes laborales y la percepción de riesgo laboral inexacta por parte de un grupo de personas tienen sobre personas que no habían tenido exposición al grupo (esto es, personas de reciente ingreso a la empresa).

Este aspecto es de especial relevancia para esta propuesta de investigación. En presencia de percepciones erróneas sobre los riesgos laborales, es posible que las personas trabajando en la empresa no puedan adoptar medidas correctivas para prevenir accidentes laborales [1]. Además, aspectos endógenos a las personas, como por ejemplo la formación o la experiencia previa a nivel laboral o con accidentes laborales, moldean sus percepciones de riesgo laboral sobre la base que estos conocimientos, ya sean codificados o tácitos, equipan a las personas para valorar el riesgo laboral de forma eficiente. Esta valoración basada en conocimiento puede desembocar en un sesgo de exceso-de-confianza que puede frenar cualquier esfuerzo por incrementar el nivel de capital humano de las personas (por ejemplo, vía formación) y desencadenar accidentes laborales [9], [10].

En concreto, se cree pertinente analizar si la formación (conocimiento codificado), así como el conocimiento tácito que resulta de la experiencia previa con accidentes laborales y de la pertenencia a grupos de trabajo concretos, explica la percepción de riesgos laborales entre las personas que forman parte de las empresas.

Materiales y metodología

Este estudio se llevó a cabo con un enfoque mixto, al integrar técnicas cualitativas y cuantitativas con el fin de obtener una comprensión amplia y explícita del riesgo de accidentes laborales en la industria de la construcción y conocer la percepción desde aprendizajes basados en experiencias por parte de los colaboradores. A nivel cuantitativo el alcance descriptivo, busca estimar magnitudes u ocurrencias de los fenómenos, se recolectan datos numéricos y se analizan con métodos estadísticos; mientras que el nivel cualitativo de alcance exploratorio y naturaleza conceptual pretende explorar y ampliar la teoría con respecto a las principales variables relacionadas [11]. Estos autores señalan que, los estudios de alcance descriptivo especifican las características, grupo, procesos, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos o dimensiones del fenómeno o problema a investigar; por otro lado, el alcance exploratorio y naturaleza conceptual pretende medir las percepciones de las personas con respecto a la temática investigada.

La investigación consta de tres etapas principales. En la primera, se realiza un estudio bibliométrico con herramientas en los softwares STATA y R para identificar y clasificar la literatura relevante sobre la percepción de riesgos laborales y sus determinantes, estableciendo una base teórica. En la segunda etapa, se determina la muestra mediante un muestreo por conglomerado con muestreo aleatorio simple en cada conglomerado, dirigido a las bases de datos generadas conjuntamente por investigadores del ITCR [11]. Las bases incluyen personas residentes en Cartago y Limón, lo que permite analizar las percepciones de riesgo en diferentes contextos. El muestreo por conglomerado facilita la identificación de unidades de análisis representativas de los sectores industriales y laborales seleccionados, asegurando que la muestra sea adecuada para los análisis comparativos entre provincia. Finalmente, en la tercera fase, se analiza los resultados obtenidos para identificar las implicaciones de la relación entre perfil, formación y experiencia previa con la percepción del riesgo,

La muestra de la investigación se centró en 194 trabajadores de la industria de la construcción en obras activas en Costa Rica, recopilando los perfiles sociodemográficos de las personas

que trabajan en proyectos constructivos ubicados en las provincias de Cartago y Limón. Esta comparación descriptiva de perfiles se realiza con las variables sexo, edad, estado civil, experiencia laboral y número de hijos, con el propósito de explorar su posible asociación con el comportamiento y la percepción de los accidentes sufridos y presenciados.

Los datos de la tabla I revelan que en ambas provincias predominan los hombres trabajadores. La edad promedio de los trabajadores encuestados en Cartago y Limón es de 37,20 años y 38,36 años, respectivamente, con una media cercana a 12 años de experiencia laboral en el ámbito de la construcción en ambas provincias. En lo relativo al número de hijos, la media es similar entre trabajadores en Cartago y Limón.

Por otro lado, se puede observar que en ambas provincias la mayoría de los trabajadores se identificaron como solteros (casi cuatro de cada diez trabajadores), seguidos por aquellos que indicaron optar por unión libre (un poco más frecuente en los trabajadores en Limón que en Cartago). Por debajo de estas dos categorías de estado civil le siguen trabajadores en condición de casados (mayor en proporción en Cartago que en Limón) y la menor proporción con la categoría de divorciados. Así, los trabajadores encuestados reflejan un cambio en las estructuras familiares tradicionales.

Tabla I. Perfil demográfico de los trabajadores encuestados

	Cartago	Limón
Sexo:		
Hombre	97%	100%
Mujer	3%	0%
Edad (años)	37,20	38,36
Experiencia laboral (años)	12,08	11,59
Estado civil:		
Soltero	39,84%	40,91%
Casado	26,56%	16,67%
Unión libre	30,47%	36,36%
Divorciado	3,13%	6,06%
Número de hijos	1,73	1,91
Número de trabajadores	128	66

Nota: Datos descriptivos de los trabajadores de diferentes obras de construcción entrevistados

Resultados

La tabla II permite observar una diferencia marcada de más de 20 puntos porcentuales en la incidencia de accidentes sufridos por los trabajadores en Cartago comparando con los de Limón. Este resultado puede interpretarse desde dos ópticas. Por una parte, los datos en la tabla II podrían sugerir que los trabajadores en Cartago han estado expuestos a situaciones de riesgo laboral, por condiciones laborales más extremas como trabajar en obras más complejas o de mayor envergadura, donde las actividades del día a día son más riesgosas. Por otra parte, como ha sido documentado en la literatura especializada, existe la posibilidad de que en la provincia de Limón predominen actividades laborales de obras constructivas en condiciones de informalidad y que los trabajadores estén expuestos a mayor riesgo de perder el trabajo, lo que podría generar un efecto de subregistro de accidentes asociado a sus condiciones laborales más inseguras.

Una tendencia similar se observa en el caso de los accidentes presenciados. En Cartago, la proporción de trabajadores que han presenciado accidentes no discrepa de los accidentes sufridos. Esto significa que en esta provincia los encuestados no solo sufren más accidentes, sino que también son testigos de un mayor porcentaje de ellos; lo que estaría evidenciando entornos laborales en donde los accidentes son más comunes y con mayor frecuencia, en comparación a los reportados por trabajadores en Limón.

Tabla II. Experiencia con accidentes laborales de los trabajadores encuestados

	Cartago	Limón
Accidentes sufridos	54,69%	33,33%
Número de accidentes sufridos	1,13	0,56
Accidentes presenciados	53,13%	36,36%
Número de accidentes presenciados	1,16	1,07
Número de trabajadores	128	66

Nota: Se describe la frecuencia y cantidad de accidentes sufridos y observados para las provincias de Cartago y Limón

Tomando en consideración la edad de los trabajadores encuestados, la figura 1 ilustra la relación entre esta variable y la experiencia con accidentes laborales sufridos y los presenciados entre los trabajadores, segmentados por cuartiles de edad y comparados entre provincias. Los resultados muestran una relación positiva entre la edad de la persona y la probabilidad de haber sufrido o de haber presenciado un accidente laboral, en ambas provincias. Este patrón sugiere que el riesgo se acumula con el tiempo, la edad y la experiencia, posiblemente como consecuencia de más responsabilidad en las tareas o por la persistencia de condiciones de inseguridad histórica a lo largo de su trayectoria laboral.

En particular, la figura 1 muestra que en Cartago solo el 45% de los trabajadores menores de 28 años reportó haber sufrido un accidente laboral en el pasado, mientras que esta proporción aumenta progresivamente con la edad de la persona, alcanzado el 65% entre los trabajadores mayores de 45 años. En Limón, aunque la incidencia es menor, en términos generales, en comparación a Cartago; se observa un pico cercano al 40% en el grupo etario de 28 a 35 años, seguido de una tendencia ascendente conforme aumenta la edad de los trabajadores.

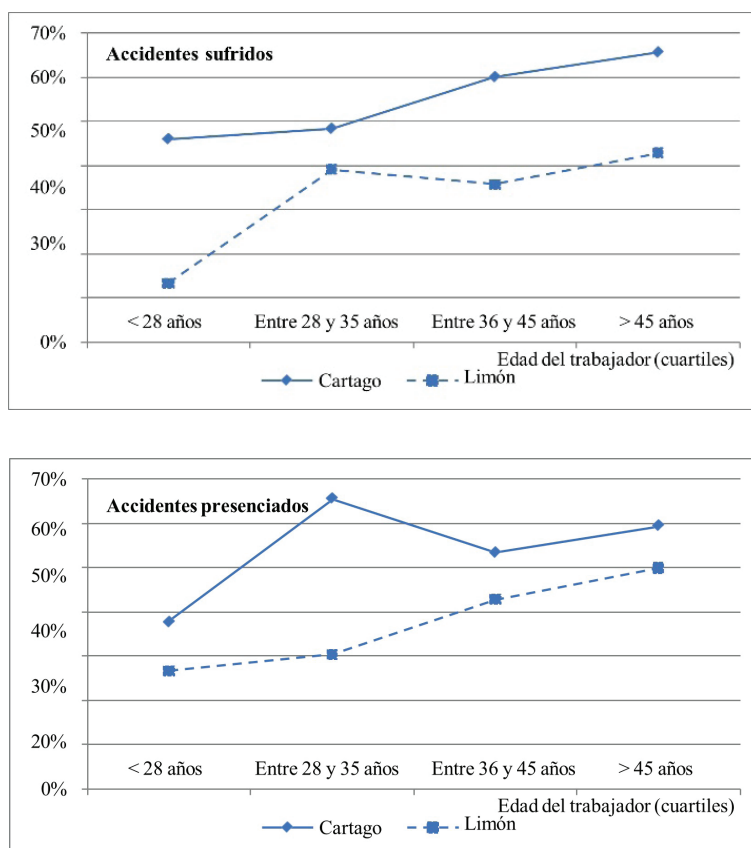


Fig 1. Relación entre edad y la experiencia con accidentes laborales sufridos y presenciados entre los trabajadores encuestados. Fuente: Elaboración propia

Discusión

El análisis centrado en la comparación entre Cartago y Limón revela diferencias territoriales significativas en cuanto a percepciones de riesgo y accidentabilidad en función al aprendizaje basado en las experiencias sufridas y observadas. En Cartago se registran niveles más altos de accidentabilidad laboral y una mayor percepción del riesgo, probablemente asociadas al tamaño y formalidad de las obras. En Limón, los menores índices de accidentes podrían reflejar un subregistro de eventos vinculado a la alta informalidad en el sector construcción y a una débil presencia de instituciones y funcionarios de supervisión en esta provincia.

Los perfiles demográficos son similares en ambas provincias; sin embargo, los contextos culturales, organizativos y la intensidad de la supervisión determinan resultados dispares en materia de seguridad ocupacional. Estos hallazgos confirman que las políticas uniformes no capturan la diversidad territorial del sector constructivo costarricense, y que los esfuerzos por atenuar los accidentes laborales en el sector deben ser adaptados a las características idiosincráticas de cada territorio.

Como se muestra en el análisis realizado, el aprendizaje basado en las experiencias generadas en los accidentes tanto sufridos como presenciados en el pasado, no están proporcionando un efecto positivo en la disminución de estos; lo que quiere decir, es que pese a que los trabajadores tienen el conocimiento de los riesgos en los que se encuentran inmersos, no le están dando el

valor ni la importancia a las experiencias vividas. Esto se puede deber a diversos factores, sin embargo, uno de los más relevante es el bajo nivel de escolaridad y la nula capacitación en materia de prevención de riesgos y seguridad laboral.

En Limón, las prioridades deberán centrarse en la formalización laboral, la capacitación en materia de prevención de riesgos laborales y en la expansión de la cobertura de instituciones supervisoras; mientras que, en Cartago, donde se observan obras con mayor escala, el énfasis debería ponerse en la formación de liderazgo en seguridad ocupacional, y los programas de aprendizaje continuo dentro de las empresas. Los esfuerzos propuestos para ambas provincias vendrían a generar un beneficio tácito directo en las economías de las empresas de la industria de la construcción, por lo cual disminuyen la tasa de accidentabilidad y por ende los costos de atención médica y atrasos en las obras de construcción que los accidentes conllevan.

Conclusiones

En general, la percepción del riesgo laboral en la industria de la construcción difiere significativamente entre las provincias de Cartago y Limón, influenciada por las características específicas de cada contexto territorial, como el tamaño y formalidad de las obras. A pesar de que los trabajadores en ambas regiones poseen experiencias previas con accidentes y observaciones de riesgos, estas experiencias no parecen traducirse en una reducción efectiva de la percepción del riesgo ni en comportamientos preventivos adecuados. Esto se atribuye, en parte, a los niveles bajos de escolaridad y capacitación en seguridad laboral.

Se evidencia que la experiencia previa con accidentes, tanto sufridos como presenciados, se acumula con la edad, aumentando la percepción del riesgo; sin embargo, no necesariamente fomenta una actitud proactiva hacia la prevención, posiblemente por la influencia de componentes emocionales y sesgos de confianza excesiva. La existencia de un sesgo de exceso de confianza, derivado del conocimiento tácito y codificado, puede dificultar la adopción de medidas preventivas, resaltando la necesidad de fortalecer programas de formación y cultura de seguridad en las empresas del sector.

Las diferencias en los perfiles demográficos y en las condiciones laborales sugieren que las políticas y programas de seguridad deben ser adaptados a las particularidades territoriales y organizacionales, en lugar de aplicar enfoques uniformes. Por tanto, para mejorar la percepción del riesgo y reducir la accidentabilidad en la construcción, es fundamental fortalecer la capacitación continua, formalizar el sector laboral y diseñar intervenciones que integren los aspectos emocionales y racionales en la percepción del riesgo.

Referencias

- [1] Aven, Terje, and Ortwin Renn. "On risk defined as an event where the outcome is uncertain." *Journal of risk research* 12, no. 1 (2009): 1-11. <https://doi.org/10.1080/13669870802488883>.
- [2] Shin, Dong-Phil, Han-Seong Gwak, and Dong-Eun Lee. "Modeling the predictors of safety behavior in construction workers." *International journal of occupational safety and ergonomics* 21, no. 3 (2015): 298-311. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1085164>.
- [3] Lafuente, Esteban, and Jesus Abad. "Territorial efficiency: Analysis of the role of public work safety controls." *Safety science* 134 (2021): 105074. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105074>.
- [4] Takala, Jukka, Päivi Hämäläinen, Kaija Leena Saarela, Loke Yoke Yun, Kathiresan Manickam, Tan Wee Jin, Peggy Heng et al. "Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012." *Journal of occupational and environmental hygiene* 11, no. 5 (2014): 326-337. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.863131>.
- [5] Man, Siu Shing, Alan Hoi Shou Chan, Saad Alabdulkarim, and Tingru Zhang. "The effect of personal and organizational factors on the risk-taking behavior of Hong Kong construction workers." *Safety science* 136 (2021): 105155. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105155>.
- [6] Khaday, Samsiya, Kai Way Li, Siu Shing Man, and Alan Hoi Shou Chan. "Risky scenario identification in a risk perception scale for construction workers in Thailand." *Journal of safety research* 78 (2021): 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.05.007>.
- [7] Xia, Nini, Qiu hao Xie, Xiaowen Hu, Xueqing Wang, and Hao Meng. "A dual perspective on risk perception and its effect on safety behavior: A moderated mediation model of safety motivation, and supervisor's and coworkers' safety climate." *Accident Analysis & Prevention* 134 (2020): 105350. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105350>.
- [8] Slovic, Paul, Melissa L. Finucane, Ellen Peters, and Donald G. MacGregor. "Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk and rationality." In *The feeling of risk*, pp. 21-36. Routledge, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00433.x>.
- [9] Moore, Don A., and Paul J. Healy. "The trouble with overconfidence." *Psychological review* 115, no. 2 (2008): 502. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.115.2.502>.
- [10] Soll, Jack B., Asa B. Palley, Joshua Klayman, and Don A. Moore. "Overconfidence in probability distributions: People know they don't know, but they don't know what to do about it." *Management Science* 70, no. 11 (2024): 7422-7442. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.00660>.
- [11] Hernández- Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://ebooks724.tec.elogim.com:443/?il=31455>

Sobre el autor

Henry Alberto Binns Hernández

Profesor asociado y coordinador de carrera en la Escuela de Administración de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, asignado en el Centro Académico de Limón. Se encuentra cursando un Doctorado en Dirección de Empresas (TEC); y posee un Máster Internacional en Administración y Dirección de Empresas, Máster en Dirección Estratégica con énfasis en Gerencia (TEC), Especialidad en Contratación Administrativa (TEC), Especialidad en Economía Social Solidaria y Economía Colaborativa (TEC), Bachiller y Licenciatura en Dirección de Empresas (UCR), Bachiller y Licenciatura en Contaduría Pública (UCR), Profesorado en Mediación Pedagogía Universitaria (UTN), Diplomado y Bachiller en Administración de Empresas Agropecuarias (UNED). Sus áreas de interés son la investigación educativa, prevención en accidentes laborales, memorias de sostenibilidad, economía social solidaria, métodos de negociación en emprendimientos y PYMES, entre otros. <https://orcid.org/0000-0001-7166-8276>